

СЪДЪРЖАНИЕ НА БРОЯ

От “Размерен анализ” до “Техническо законодателство” и “Оценяване на съответствието”, Бранимир Сандалски	5
Гласът на европейската индустрия (Какви технически специалисти и документация са необходими?), Димо Зафиров	10
Метод „Евристични формули” за решаване на творчески задачи, Михаил Лепаров	14
Метод „Картина” за решаване на евристични задачи, Михаил Лепаров	20
Относно инженерно ориентиран геометричен модел на сглобена единица, Петър Горанов	27
Комплексен подход за моделиране на размерните структури на механични изделия и технологични процеси за механична обработка, Атанас Стоев	34
Анализ на базирането на детайлите в механични конструкции, Елена Тодорова	39
Подход за 3D моделиране и ускорено документиране при проектиране на изделие в CAD среда, Милчо Георгиев	46
Методология на автоматизираното проектиране по дисциплината CAD/CAM системи, Стефан Стефанов, Вилхелм Хаджийски	53
Един подход за автоматизирано попълване на основния надпис в техническата документация в CAD среда, Милчо Георгиев, Лъчезар Кочев, Георги Станчев	58
Използване на CAD система при обучението по Приложна геометрия и инженерна графика, Снежана Атанасова	63
Проектиране на спирателен вентил чрез автоматизирана система, Снежана Атанасова	69
Относно автоматизираното документиране в обучението по основи на конструкторското документиране и CAD, Георги Динев, Николай Гиздов	74
Приложение на CAD за якостен анализ при конструиране на спирателна арматура, Вилхелм Хаджийски	81
Анализ на Internet базирано ръководство за самоподготовка по CAD, Петър Горанов, Атанас Стоев	87

Основни свойства на сферичноперспективното проектиране, Маруся Теофилова, Людмила Балтова, Васил Пенчев	93
Основни свойства на цилиндричноперспективното проектиране, Маруся Теофилова, Людмила Балтова, Георги Тонков	98
Особености на обучението на студентите от специалността Инженерен дизайн по Дескриптивна геометрия Маруся Теофилова, Десислава Пенева – Колева	102
Автоматизирана система за получаване на актуална информация за изработване на техническа документация, Димитър Русев, Йовка Николова	107
Върху конструктивно-технологичните проблеми при пространствени неортогонални прътови конструкции, Лъчезар Кочев, Костадин Стоичков, Васил Пенчев	111
Анализ на конструктивен вариант на стенд за изпитване на зъбни предавки, Георги Тонков	115
Избор и условия за сглобяване на стандартизирани радиални уплътнители за въртящи валове, Георги Пъндев	121
Проверочен метод за оптимизиране функционалните геометрични размери на кабинни за нанасяне на покрития, Радка Петкова	128
Устройства и съоръжения за електростатично прахово нанасяне – Европейски технически нормативни актове, Радка Петкова, Василка Станчева	134
Същност и характеристика на обучението по техническо законодателство в магистърската специалност „Техническо законодателство и управление на качеството”, Бранимир Сандалски, Милка Вичева	140
Основни положения за безопасност при работа в електрически уредби и по електрически мрежи, Калинка Годорова	146
Системите за управление на околната среда – важен фактор за участие в EMAS, Ирена Николова	151
Локализиране на повреди в анкерирането на топкови мелници, Веско Панов	157
Виброакустика и компютърно ориентиран дизайн (CAD) на капак за редуктор, Валентин Славов, Ивелина Славова, Илия Ангелов	162
Механизъм за заключване на линейни модули за работи, Алексей Райков, Емил Райков	167
Широкообхватен хващач за конусни детайли, Евгени Соколов, Алексей Райков, Емил Райков	169

ОТ “РАЗМЕРЕН АНАЛИЗ” ДО “ТЕХНИЧЕСКО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО” И “ОЦЕНЯВАНЕ НА СЪОТВЕТСТВИЕТО”

Бранимир Сандалски
bsan@tu-sofia.bg

Разглежда се научно-изследователската и приложна дейност на катедра ОТСК в последните 37 години по научните направления “Размерен анализ”, “Автоматизация на чертожно - конструкторския труд” и “Стандартизация” с нейните поднаправления: “Техническо законодателство”, “Стандартизирани системи за управление” и “Оценяване на съответствието”. Изясняват се условията, чрез които в тези научни направления колективът на катедра ОТСК изгражда собствен фонд от разработки, предоставящи възможностите за защита на дисертации и изпълнение на научно - изследователски договори.

Ключови думи: *Размерен анализ, Автоматизация на чертожно-конструкторския труд, Стандартизация, Техническо законодателство, Стандартизирани системи за управление, Оценяване на съответствието*

Увод.

По случай честването на 55 годишния юбилей на катедра “Основи и технически средства за конструиране /ОТСК/” авторът на доклада смята, че важно значение има дейността на нейния колектив за намиране и “завоюване” на научни направления, подходящи за разработване на дисертации и за хабилиране на преподавателите ѝ. Има се предвид, че ОТСК е общо техническа катедра, която обучава студентите в началните курсове и не отговаря за научна специалност с възможности за ръководство на дипломанти. Тези обстоятелства значително затрудняват собствената научно-изследователска работа на катедра ОТСК, което важи за други сродни катедри. Липсата на собствена такава ограничава развитието на преподавателския състав, както в получаване на научни степени и звания, така и за разработване научно-приложни теми и договори по собствен тематика. Ето защо материалът на доклада може да се използва за развитие на научно-изследователската работа на катедри, чието състояние е подобно на катедра ОТСК.

В доклада се визират последните 37 години (1971 - 2008 г.), - времето, през което авторът е бил преподавател в катедрата, както и тази научно-изследователска работа, в която той пряко е участвал. За това не са разгледани научно-

приложни разработки на колеги от катедрата в други нейни научни направления.

Изложение.

При постъпването си в катедрата през 1971 г. авторът беше силно впечатлен от активността на ръководителя ѝ, тогава доц. д-р Марк Попов, за намиране на научни направления във водената от катедрата научна специалност 02.19.02 “Приложна геометрия и инженерна графика /ПГИГ/”. Характерно за ПГИГ е, че двете ѝ главни направления “Приложна /Дескриптивна/ геометрия” и “Инженерна графика” /Техническо или Машинно чертане/ директно не предоставят възможности за задълбочени научни изследвания и за разработване на дисертации. За това доц. Попов и други колеги от катедрата бяха започнали да работят и публикуват решения на проблеми в направления, които са пряко свързани с научната специалност ПГИГ, като “Допуски и сглобки” и “Стандартизация”.

Съвместната работа на автора с ръководителя на катедрата доведе до създаване на методи за граф-моделиране на размерни структури от дължини. На тази основа авторът проведе изследвания и се решиха проблемите за формализирано разкриване и пресмятане на системи от детайлни и сборни линейни вериги от размери-дължини. С решенията на системите се формализира съставянето на геометрично-

технологични функционални мрежи от размери-дължини в детайлни чертежи. Тези научно-приложни изследвания авторът оформи в кандидатската /докторска/ дисертация “Формализирано задаване на линейна метрична структура на машиностроителен детайл в конструкторска документация”. Тя беше защитена през 1976 г. като първа дисертация по научната специалност “ПГИГ”, което даде възможност да се създаде дисертационно научно направление “Размерен анализ” към ПГИГ. С публикации по същото направление през 1979 г. авторът се хабилитира като доцент.

През 1973 г. в катедра ОТСК постъпи като редовен преподавател инж. Михаил Лепаров. Отначало той, заедно с проф. Маркс Попов, започна да работи по създаване на научното направление “Методология на конструирането”. След това Лепаров се присъедини към направлението “Размерен анализ”, където проведе изследвания за моделиране на радиални размерни структури, разкриване и пресмятане на системи от радиални размерни вериги със звена - линейни отклонения на разположение и форма. Чрез получените резултати се постигна формализирано съставяне на мрежи от радиални размери за чертежите на детайлите.

Изследванията бяха оформени в кандидатската /докторска/ дисертация “Някои проблеми на размерно-точностния анализ на машиностроително изделие”, която беше защитена през 1981 г. След хабилитацията си през 1986 г. доц. Лепаров премина към развитие на първото си научно направление “Методология на конструирането”. Предимно с публикации по това направление той се хабилитира като професор през 1998 г.

От 1976 г. в направлението “Размерен анализ” започнаха да работят значителен брой преподаватели от катедрата. Особено активно участие взеха гл.ас. Тотка Дилова, гл.ас. Лилия Мечкарова, гл.ас. Бисерка Пашова, гл.ас. Стефка Петкова, гл.ас. Васил Йовков, доц. Вера Георгиева, гл.ас. Митко Симеонов, доц. Стоянка Куртева и др. До 1987 г. колективът разработи и внедри 19 научно изследователски договора с водещи машиностроителни и електротехнически предприятия у нас. В периода 1982 – 1986 г. колективът създаде оригинална българска система от 9 стандарта за “Размерни вериги”.

Заедно с практическото приложение на “Размерния анализ” авторът продължи научните си изследвания по тази тематика. Това доведе до формиране на втора дисертация – за доктор на техническите науки, на тема “Методология на размерно-точностния анализ и оразмеряването на машиностроителни конструкции”, защитена през 1988 г. За сега тя е единствена по научната специалност ПГИГ. В нея бяха решени въпросите за моделиране на обединени /линейно-ъглови/ равнинни и пространствени размерни структури. Алгоритмизира се съставянето на системи от равнинни и пространствени размерни вериги, които се пресмятаха като за всяко звено се анализираха трите му възможни предавателни отношения – линейно, ъглово и линейно-ъглово. По тези изследвания и алгоритми бяха разработени оригинални програмни системи.

В периода 1981-1987 г. към колектива на направление “Размерен анализ” се включиха като програмисти преподавателите от катедрата - гл.ас. д-р /сега доцент/ Станислав Иванов и ас. /сега доцент/ Милка Вичева. Те, заедно с външни програмисти за 6 години, разработиха огромните по обем програмни системи за разкриване и пресмятане на системи от равнинни и пространствени размерни вериги. С решенията на системите се автоматизира функционалното оразмеряване на детайлни и сборни чертежи с всички видове размери, отклонения на разположение /някои на форма/, както и със сглобки с хлабини. Програмните системи бяха внедрени в няколко предприятия, а в силно съкратен вид – и в учебния процес на катедрата.

Развитието на компютърната техника и приложението ѝ в катедра ОТСК за автоматизирано съставяне на размерни мрежи на детайли и сглобени единици даде възможност катедра ОТСК да премине към ново научно направление на научната специалност ПГИГ – Автоматизация на конструкторското документиране. При създаването му се имаше предвид, че в световен мащаб автоматизацията на чертожно-конструкторския труд беше обект на значителни изследвания. Техните разнообразни решения бяха използвани в приложни програмни системи с ограничен обхват на чиста автоматизация. На практика те представляваха автоматизиран молив, с който потребителят решаваше “интелигентните” задачи на документирането – композиция на сглобена

единици в чертеж, детайлиране, съставяне на размерни мрежи и др.

За да бъде новото направление дисертабилно, трябваше да се открие и разработи нов теоретико-изследователски подход за универсално конструкторско документиране. За тази цел се тръгна от презумцията, че съществуващите програмни системи не бяха разработени от специалисти по ПГИГ, каквито са преподавателите на катедра ОТСК. За това най-напред бяха строго уточнени понятията “проектна” и “работна” конструкторска документация, както и съставът на техните документи. Строго се изясни приложението и съдържанието на чертеж на общия вид (ЧОВ) и на сборен чертеж (СЧ). Целта беше да се установи какви са възможностите за универсално автоматично изпълнение на ЧОВ и на СЧ, приложимо за общ /произволен/ вид механични сглобени единици.

Прие се, че съществена част от СЧ може да се изпълни напълно автоматично – без участие на потребител, като се използват универсални нови средства по нов подход. Тази задача беше поставена през 1988 г. на редовния аспирант /сега доцент/ към катедрата Борис Туджаров. Съвместно с автора беше дефиниран и развит Подходът на “Функционалните комплекти”. За такива се приемат непълните, пълните и опосредстваните съединения, които имат основно приложение за сглобяването на машините и съоръженията, както и повърхнините, чрез които се оформят техните работните органи. Аспирантът Туджаров разработи база данни от “Функционални комплекти” и чрез тях формализира описанието на сглобената единица, т.е нейната структура се представяше като “скелет” от функционални комплекти. Проведените изследвания и получените резултати се оформиха в докторската дисертация “Подход и средства за формализирано описание на сглобени единици в работна конструкторска документация”, която Туджаров успешно защити през 1992 г.

Научното развитие на направлението “Размерен анализ” беше продължено от редовния аспирант /сега доцент/ към катедрата Ирена Николова. Започвайки от 1988 г. съвместно с авторът на доклада беше разработен нов Подход и средства за точностен анализ на сглобените единици и детайлите.

Целта на новия Подход беше да се изключат допуските на координиращите размери, защото размерите имат ограничен характер - само линеен, ъглов или линейно-ъглов. Вместо допуските на размерите бяха въведени обемни /пространствени/ допускови полета на функционалните повърхнини на детайлите, наречени “обемни позиционни допуски”. Съвместно с автора аспирантът Николова разработи база данни от различни видове обемни позиционни допуски. На тях отговаряха съответни видове пространствени допускови полета на повърхнините, които бяха съобразени с параметрите на стандартизираните допускови полета. Бяха създадени методи за разкриване и изчисляване на пространствени вериги със звена - обемни позиционни допуски, както и начините за записване на тези допуски в чертежите. Размерите, които координират повърхнини с определени обемни допуски, в конструкторските чертежи следва да се посочват само с номинални стойности (без допуски). За технологичното документиране, когато точността на детайла трябва да се контролира с конкретни метрологични уреди, измерващи размери, се предлага опростен преход. Допускът на размера между две повърхнини с обемни допуски се получава като сбор от тези параметри на двата обема, които отговарят на характера на размера – линеен, ъглов или линейно-ъглов. Тези изследвания и резултати бяха оформени като докторската дисертация “Средства и подход за оразмеряване на изделията в условията на формализирано конструкторско документиране”, която аспирант Николова защити през 1995 г.

Следващо развитие на Подхода на “Функционалните комплекти” в научното направление “Автоматизация на конструкторското документиране” постигна аспирантът на свободна подготовка /сега доцент/ към катедрата Милка Вичева. Съвместно с доц. Иванов разработиха програмна система, която предоставя универсалност и автоматичност на редица “интелигентни” задачи в процеса на детайлиране от ЧОВ за изпълнение на чертеж на детайл. За целта сглобената единица се представя като структура от функционални комплекти. Те се “детайлират”, т.е. определят се функционалните повърхнини /елементи/ на конкретен оригинален детайл – тези, които участват в комплекти съединения и работни органи на сглобената единица. Детайлираните елементи образуват

функционален “скелет” на детайла. Чрез свързване с повърхнини, които са подходящи за конкретна двойка функционални елементи, се изгражда пълната структура на детайла. След това, с една от приложите програмни системи, тя се визуализира в чертеж. След усилената работа по разработката, продължила над 5 години, Вичева защити докторската си дисертация “Автоматизирано съставяне на конструкторско описание на детайл за целите на документирането” през 2000 г.

След 1993 г. започна пенсионирането на голяма част от преподавателите на катедра ОТСК. Това наложи да се привличат нови академични кадри. Отчитайки трудностите по разработване на дисертации в научната специалност ПГИГ, предпочитание се даваше на защитили и получили докторска степен в други научни специалности. Така в катедра ОТСК постъпиха докторите Атанас Стоев, Станислав Иванов, Петър Горанов, Милчо Георгиев, Маруся Теофилова и Радка Ангелова, както и доц. д-р Георги Динев.

Тези преподаватели активно се включиха в научните направления на катедрата и подготвиха публикации в тях, които бяха необходими и достатъчни за хабилитирането им като доценти по 02.19.02. “ПГИГ”.

Доц. Стоев и доц. Горанов консултираха работата на гл.ас. Елена Тодорова в научното направление “Автоматизация на конструкторското документиране”. За сравнително кратки срокове като аспирант на самостоятелна подготовка в катедрата тя оформи докторската си дисертация “Интегрирано геометрично описание на механична сглобена единица”, която защити през 2005 г. В дисертацията се дава оригинална интерпретация и развитие на функционалните комплекти в аспект схеми на базиране на детайлите. При неизвестна геометрия се структурира концепцията за сглобената единица и по структурата след това се формира пълната ѝ геометрия.

Започналият от 1989 г. преход от планова към пазарна икономика се отрази неблагоприятно на състоянието на нашите машиностроителни и електротехнически предприятия. Те бяха ликвидирани или преобразувани, което намали значително приложната област на “Размерния анализ” у нас, въпреки постигнатите върхови резултати в световен мащаб. Обратно на Размерния анализ, много силно се увеличи значението на научната специалност 02.19.03.

“Стандартизация” чрез направленията “Техническо законодателство”, “Стандартизирани системи за управление” и “Оценяване на съответствието”.

Членовете на катедра ОТСК вземаха активно участие в развитието на националната стандартизация и посочените ѝ научни направления. Проф. Маркс Попов, авторът на доклада и доц. Николай Цървенков през 1991 г. бяха инициатори за учредяването на Българския съюз на стандартизаторите (БСС). Проф. Попов стана първият председател на Управителния съвет на БСС, а през 1993 г. беше сменен от автора на доклада, който беше председател на БСС до 1999 г.

Авторът на доклада беше един от инициаторите и пръв председател на ТК 22 “Техническа документация”, който сега се председателства от проф. Лепаров.

В периода 1996 - 97 г. авторът беше Зам.председател на Комитета по стандартизация и метрология, като отговаряше за българската стандартизация, сертификация и акредитация. През 1998 г. той иницира учредяването на Българския съвет за доброволна сертификация /сега за доброволна акредитация и упълномощаване “БСДАУ”/ и оттогава е председател на Управителния съвет.

През 1998 г. авторът иницира създаването на съвместна Школа с ТЮФ Академия Кьолн по “Техническо законодателство, стандартизация, сертификация и управление на качеството” към Техническия университет-София. Нейни преподаватели бяха от катедра ОТСК, катедра “Прецизна техника и уредостроене /ПТУ/” и външни за ТУС специалисти. Досега в Школата са обучени, а ТЮФ СЕРТ Кьолн е сертифицирал за персонал над 1000 курсисти, получили квалификации с европейско признание като “Експерти по безопасност и качество /БК/”, “Пълномощници по БК”, “Одитори по БК” и “Мениджъри по качество”.

Преподаватели от катедра ОТСК водят редица бакалавърски и магистърски дисциплини по тематиката на научните направления на специалността “Стандартизация”. Към катедра ОТСК се разкри Научно изследователската лаборатория “Европейски стандарти, техническо законодателство и сертификация”. Съвместно с катедра ПТУ се създаде магистърската специалност “Техническо законодателство и

управление на качеството”, включваща 16 учебни дисциплини.

Изложените обстоятелства дадоха обосновката катедра ОТСК да поеме отговорността за втора научна специалност 02.19.03. Стандартизация и да извърши необходимото за нейната акредитация.

Съществени доводи за искане на акредитация са активната научно-изследователска работа на преподавателите на катедрата по тази специалност. Това даде възможността да се пристъпи към разработване на докторски дисертации от млади преподаватели на катедрата.

В научното направление “Оценяване на съответствието” гл.ас. Боряна Илиева подготви труда “Теоретико-методично изследване и алгоритмизация на основни направления на оценяване на съответствието за безопасност и качество на продуктите”, с който в началото на 2007 г. беше зачислена като аспирант на свободна подготовка.

В научното направление “Техническо законодателство” гл.ас. Георги Станчев е разработил труд на тема “Изследване, нормативно

осигуряване и разработване на технически средства за изпитване на вълноводи за неелектрически системи за взривяване””, за зачисляване в свободна аспирантура.

В посоченото научно направление “Стандартизирани системи за управление” ст. ас. Десислава Георгиева започна работа по труд на тема “Моделиране и алгоритмизиране на изграждането на интегрирани системи за управление”.

Заключение. Изложението на доклада няма претенции за изчерпателност, а се стреми да припише собствената научно-изследователска работа и постижения на катедра ОТСК, водещи до разработване на дисертации и договори. Целта е да се покаже, че въпреки неблагоприятните условия, произтичащи от характеристиките на общотехническа катедра с недостатъчно престижна научна специалност, колективът на катедрата успя да я постави на подобаващото й се достойно място сред другите катедри на Техническия университет.

Автор:

проф. д.т.н. инж. Бранимир Пенков Сандалски, катедра “Основи и технически средства за конструиране” при Машиностроителен факултет на Технически университет - София

FROM “DIMENSION ANALYSIS” TO “TECHNICAL LEGISLATION” AND “CONFORMITY ASSESSMENT”

Branimir Sandalski

Scientific, research and applied activity of Department “Fundamentals and Techniques of Design” according to scientific directions “Dimension analysis”, “Computer aided drafting” and “Standardization” with its sub directions: “Technical legislation”, “Standardizes management systems” and “Conformity assessment” in the last 37 years is examined. The conditions through which the team of the Department “Fundamentals and Techniques of Design” creates own fund with works leading to getting Ph.D. degree and implementation of scientific and research contracts are explained.

Key words: Dimension analysis, Computer aided drafting, Standardization, Technical legislation, Standardized management systems, Conformity assessment.

Prof. D.Sc. Branimir Penkov Sandalski, Technical University – Sofia

ГЛАСЪТ НА ЕВРОПЕЙСКАТА ИНДУСТРИЯ (КАКВИ ТЕХНИЧЕСКИ СПЕЦИАЛИСТИ И ДОКУМЕНТАЦИЯ СА НЕОБХОДИМИ?)

Димо Зафиров
zafirov@big97.com

Резюме: Влизането на България в Европейската общност постави високи изисквания към техническите специалисти-те трябва да познават и спазват Европейските технически норми и стандарти, да могат да избират материали с означения, различни от познатите им. Необходимо е да използват съвременни методологии за управление на жизнения цикъл на продуктите. То постави и нови изисквания към обучението на техническите специалисти. В статията се предлага нов подход в обучението, като се акцентира на 3D моделите, като изходна точка в създаването на сложни технически системи.

Ключови думи: управление на жизнения цикъл на продукта, техническа документация, обучение на технически специалисти

1. Увод

От 1 януари 2007 година България е член на Европейския съюз (ЕС). Почти две години ние се сблъскваме с проблеми породени от разликата в нормативните документи, терминологията, традициите и навиците, сравнени с тези, с които сме свикнали в предишните години и които са формирани до голяма степен на образованието, което сме получили.

Това в особено голяма степен важи за техническите специалисти. Като се започне от използваните различни координатни системи, мине се през управлението на проекти и се стигне до означенията на използваните материали, разликите са толкова съществени, че при партньорството с други европейски фирми се налага да се преодолява бариера, която е сериозна причина за проблеми в комуникацията.

Формирането на технически специалисти започва в професионалните гимназии и техническите университети и именно там трябва да се извършва обучение, което да ги подготви за бъдещата им дейност в ЕС.

1. Изложение

Във водещите фирми на ЕС са изградени системи за управление на жизнения цикъл на продуктите. Те обхващат както ресурсите на фирмата, така и на нейните партньори и е

задължително техическите специалисти, участници в екипа за реализация на продукта да са запознати с особеностите на тези системи.

Управление на жизнения цикъл на продукта

Управлението на жизнения цикъл на продукта (Product Lifecycle Management-PLM) е технология, която започна да се прилага при разработката на продукти с военно предназначение под названието CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support) и през последните години намери широко приложение в авиационната индустрия.

Отначало концепцията CALS е използвана от средата на 70-те години във военно-промишления комплекс на САЩ за повишаване на ефективността на доставките и намаляване на загубите за информационен обмен. Първоначално аббревиатурата CALS се разшифровало като Computer Aided Logistic Support (логистична поддръжка с помощта на компютър). Впоследствие поради разширяване на обхвата аббревиатурата добива значението посочено в по-горния абзац. От 1985 година Министерството на отбраната на САЩ издава директива за използване на технологията CALS при доставката на продукти за въоръжените сили.

През 2000 г. се издава наръчник за използване на CALS в армиите на НАТО [4]. В

наръчника се дава следната дефиниция за CALS: “Обединена стратегия на правителството и индустрията, насочена към преустройството на съществуващите бизнес процеси, за създаване на автоматизиран и интегриран процес на управление на жизнения цикъл на продуктите с военно предназначение”. В наръчника е посочено, че жизненият цикъл на продукта (PLC) включва всички процеси от възникване на идеята за създаването му до неговото рециклиране.

Целите, които се поставят при използването на PLM са:

- намаляване на времето до появяване на пазара;
- намаляване на общата цена на продукта за целия му жизнен цикъл;
- подобряване на качеството и ефективността за всички фази;
- постигане на специфични цели в интерес на държавата.

Поставените цели се постигат чрез интегриране в единен процес на различни области на знанието:

- управление на проекти и програми;
- разработване на продукти и процеси;
- информационни технологии;
- реинженеринг на бизнес процеси;
- паралелен инженеринг;
- управление на мултидисциплинарен и многонационален екип;
- управление и стандартизиране на данните за продукта.

PLM може да се разглежда едновременно като технология, процес, стратегия и нов начин на мислене, осигуряващи конкурентни предимства на фирмите, които ги използват.

Поради доказаните си предимства CALS технологията започна да се използва не само при продуктите с военно предназначение, но и от почти всички останали водещи производители. През октомври 2003 година е публикуван ISO 10303 AP239, стандарт за поддръжка на жизнения цикъл на продукта (PLCS) [5]. Стандартът е априориран в рамките на проекта PLCS, в който участват високотехнологични фирми от САЩ, Франция, Германия, Англия, Швеция и Норвегия.

При PLM процеса се използват максимално възможностите за паралелна работа по всички подпроцеси от жизнения цикъл на продукта. Методологична основа на процеса са паралелния

инженеринг (Concurrent Engineering – CE) и разработените на негова основа технологии IPPD (Integrated Product and Process Development) и IPT (Integrated Product Team). Основната тежест на дейностите през жизнения цикъл се премества към процеса на проектиране, когато стойността на промените е минимална и могат да се оценят много варианти. При проектирането освен продукта се проектират технологичната екипировка и процесите на производство, експлоатация, техническо обслужване, ремонт, рециклиране и логистиката. Създаването с CAD/CAM системи тримерни модели на продуктите са базов елемент в информационното осигуряване на жизнения цикъл. При PLM се интегрират данните от всички етапи на жизнения цикъл и се осигурява тяхната асоциативност – т.е. при извършване на промени на някои данни се осигурява и коригирането на останалите данни свързани с тях.

При такава организация на данните е възможно симулирането на производството на новоразработван продукт, т.е. на етапа на проектиране се разглежда производството на виртуален продукт във виртуален завод.

Глобализацията налага работа в многонационални екипи. Добър пример за успешната интеграция на такива екипи е работата в Airbus по проекта за нов самолет A380.

Засилен е процеса на постоянно окрупняване на производителите на летателни апарати. Разработването и производството на пътнически самолети за средни и дълги разстояния практически се извършва само от Boeing и Airbus. Между тях се води ожесточена конкурентна борба. Те извършват реинженеринг на своите бизнес процеси за тяхното значително подобряване с цел придобиване на предимства пред конкурентите. Целите са намаляване на пълната цена за целия жизнен цикъл на летателните апарати, намаляване на времето до излизане на пазара и постоянно повишаване на качеството.

Основата на PLM системите се изгражда върху CAD/CAM/CAE, които са начална точка на създаването на информационния модел на новия продукт.

В някои публикации [1, 5, 7, 9] PLM системата се разглежда като надстройка на системата за управление на данните за продукта (Product Lifecycle Management PDM). Това твърдение се

базира на факта, че тя съхранява и управлява всички данни, необходими за поддръжка на даден продукт през целия му жизнен цикъл. В същото време тя се реализира като система, която управлява и всички ресурси, свързани със жизнения цикъл. От тази гледна точка тя обхваща всички информационни системи на дружеството и на неговите партньори и е на по-високо йерархично ниво от ERP системите.

В много компании CAD/CAM/CAE е самостоятелна информационна система, която се използва предимно в процеса на проектиране на продукта и при създаването на програми за обработка [6, 8].

Когато работи самостоятелно CAD/CAM/CAE системата изпълнява следните основни функции:

- създаване на тримерни модели на детайлите, сглобените единици и целите продукти;
- създаване на конструкторска документация;
- изчисляване на напреженията и деформациите при различни случаи на натоварване;
- симулации на действието на продукта;
- създаване на програми за машини с цифрово – програмно управление;
- оптимално разпределение на материала;
- проектиране на експеримента;
- проектиране на инструментална екипировка.

При интегриране в PLM системата на дружеството CAD/CAM/CAE подсистемата трябва да изпълнява редица допълнителни функции:

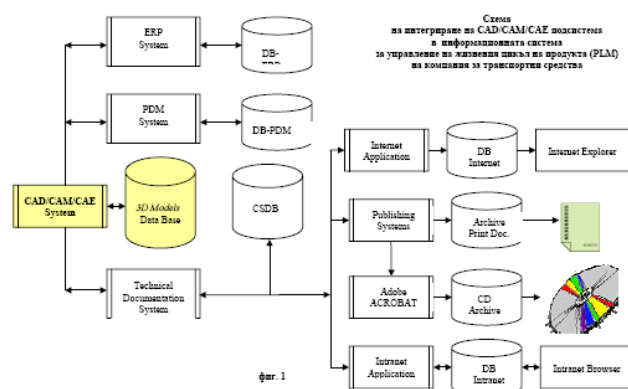
- създаване на рекламни материали за маркетингови проучвания;
- създаване на експлоатационна и ремонтна документация;
- създаване на документация за рециклиране;
- създаване на илюстрации за каталога за резервни части;
- създаване на илюстрации за ръководствата за използване, за техническо обслужване и за ремонт;
- симулация на производствените процеси;

- създаване на материали за обучение за всички етапи на жизнения цикъл;
- създаване на спецификации за монтажа и за резервните части.

Тези допълнителни функции могат да се реализират само, ако се използват принципите на паралелния инженеринг. При започване на работа по нов продукт се стартира проект, продължителността на който обхваща целия жизнен цикъл на продукта. Създава се екип за работа по проекта, състава на който постоянно се изменя, в зависимост от етапа на жизнения цикъл на продукта. Основната тежест на дейността се пренася на етапа на разработката, когато най-активно и пълно се осъществяват възможностите на CAD/CAM/CAE системата, за осигуряване на документация и решаване на проблемите на следващите етапи от жизнения цикъл на продукта.

Особено внимание се отделя на възможностите за използване на тримерните модели при създаването на техническа документация, която съпровожда продукта през целия му жизнен цикъл [2, 3, 4].

На фиг. 1 е дадена схема на интегрирането на CAD/CAM/CAE подсистема в PLM системата на компания за транспортна техника. По подобна схема е направена интеграцията по проект ръководен от автора на статията.



Техническа документация

По традиция в България под техническа документация се разбира съвкупността от конструкторска, технологична, експлоатационна и ремонтна документация. В ЕС под термина техническа документация се разбира документацията, която се предава на клиента, заедно с продукта. Тази документация се създава

от “технически писатели” (technical writers)-специалисти със специфично образование и квалификация, които подготвят документи, разбираеми за клиентите.

Обучение на технически специалисти

Във връзка с гореизложеното може да се оцени какви знания и умения са необходими на техническия специалист, работещ във фирми в ЕС и се определи, какви промени са необходими в образованието за да се отговори на изискванията на Европейската индустрия.

Най-общо необходимите знания могат да се групират в следните направления:

- създаване и развитие на сложни технически системи;
- паралелен инженеринг;
- управление на проекти;
- използване на CAD/CAM системи;
- създаване на техническа документация, съответстваща на нормативните документи на ЕС.

2. Заключение

Наложителни са радикални промени в учебните планове и програми на техническите

учебни заведения, за да се погответ специалисти отговарящи на изискванията на Европейската индустрия и способни да реализират Лисабонската стратегия.

3. Литература

1. Зафиров, Д. “Управление на жизнения цикъл на летателните апарати” стр. 70-73, IV Международен конгрес “Механични инженерни технологии ‘04”, Септември 23-25, 2004, Варна

2. Зафиров, Д. “Ролята на CAD/CAM/CAE системите в управление на жизнения цикъл на продукта” стр. 67-69, IV Международен конгрес “Механични инженерни технологии ‘04”, Септември 23-25, 2004, Варна

3. Зафиров Д. Перспективи за внедряването на CALS технологията в българската индустрия. Хемус 2006

4. NATO CALS Handbook, 2000. www.nato.int

5. Product Life Cycle Support. www.plcinc.org/home.htm

6. Product Lifecycle Management “Empowering the Future of Business” A CIMdata Report, www.cimdata.com

Автор:

Димо Зафиров - Технически университет София, филиал Пловдив

VOICE OF EUROPEAN INDUSTRY (WHAT KIND OF TECHNICAL SPECIALISTS AND DOCUMENTATION IT NEEDS?)

Dimo Zafirov

The joining of Bulgaria to the European Union put high requirements to the technical experts – they are to know and respect the European technical norms and standards, to be able to select from materials with designations that differ from the familiar ones. It is necessary to use modern methodologies for product lifecycle management. It also set new requirements to the technical specialists education. The article offers new education approach with stress on 3D models as a starting point for creation of complex technical systems.

Keywords: Product Lifecycle Management, Technical Documentation, Technical Specialist Education

Dimo Zafirov - Technical University Sofia, branch of Plovdiv

МЕТОД „ЕВРИСТИЧНИ ФОРМУЛИ” ЗА РЕШАВАНЕ НА ТВОРЧЕСКИ ЗАДАЧИ

Михаил Лепаров
mleparov@tu-sofia.bg

Задачи, които не могат да се формализират и за които не са известни методи за решаване се наричат евристични задачи. Те се решават най-често по аналогия с други решени вече задачи благодарение на опита и интелигентността на решаващия. Съществуват множество методи, които подпомагат търсенето на решение на евристични задачи. В настоящата работа се предлага един нов методи за решаване на технически творчески задачи. Методът е представен чрез алгоритъм и пример.

Ключови думи: евристични методи, евристика, евристични задачи

Увод

Евристиката е наука за творческото мислене. Съществуват голям брой евристични методи, които представляват съвкупност от насочващи стъпки. Всеки евристичен метод се основава на особености (закономерности) на човешкото мислене или на особености (закономерности) на областта, от която са решаваните задачи, или на комбинация от двата вида особености.

Някои работи, посветени на евристичните методи са [1-5 и др.].

В настоящата работа се предлага един нов метод за решаване на евристични технически задачи. Същият е разработен от автора на базата на логичен анализ.

Изложение

Метод ” Евристични формули”

Основна идея: Математичните символи и формули предлагат по системен начин различни гледни точки, чрез което се улеснява търсенето на решение.

Алгоритъм

1. Уточнява се проблема.
2. Определя се класа на технически обект (ТО).
3. Избор на обекти от класа на разглеждания ТО (сродни обекти). Съставяне на списък от сродни обекти.
4. За всеки сроден обект се определят:

- 4.1. Съществуващи варианти.
- 4.2. Съставните части.
5. Определят се общите съставни части между сродните обекти.
6. Избор на символи за математични действия. Съставяне на списък от математични символи.
7. Изяснява се евристичния смисъл на всеки математичен символ. Тълкуването може да бъде по аналогия с математичния смисъл на съответното действие или произволно.
8. Евристични формули.
 - 8.1. Съставят се разнообразни математични формули. Видът на формулите е равенство от вида $a=...$ Формулите включват променливи $b, c, d,...$, константи и математични символи от списъка от т.6.
 - 8.2. За всяка формула от т.8.1:
 - 8.2.1. Тълкува се евристичния смисъл на формулата като се използва уточнения в т.7 евристичен смисъл на математичните символи в нея. Под „а” се разбира изходния ТО, а под останалите променливи- конкретни сродни обекти от т.3.
 - 8.2.2. По тълкуването се търси решение на проблема.
- Заб. Евристичните формули имат два записа:
 - математичен (т.8.1) и
 - текстови (т.8.2.1).
9. Случайни обекти:
 - 9.1. Избор на случайни обекти.
 - 9.2. Определяне на общите им във функционално отношение съставни части.
- 10= т.8.

Пример

1. Търси се нов външен вид на ТО „Маса” или допълнителна функция на ТО, или друга реализация на функция на ТО.

2. Обекти, които осигуряват стабилност (удобство) на поставен (седящ) върху тях друг обект (обекти).

3. Етажерка, стол, закачалка, гардероб.

4.1. (етажерка) отворена, затворена;

(стол) обикновен, тип „фотьойл”;

(закачалка) стояща, стенна;

(гардероб) с рафтове, с чекмеджета;

4.2, 5. Съставните части на сродните обекти са дадени в табл. 1, като общите във функционално отношение съставни части са подредени в един и същи ред.

Таблица 1

Маса (а)	Етажерка (b)	Стол (c)	Закачалка (d)	Гардероб (e)
Плот	рафтове	седалка-твърда, мека	куки (разположени: кръгово, по една линия)	рафтове / чекмеджета
Крака	крака (2,4 бр.)	крака	носач (вкл. крачета в долния край)	стени
Чекмедже				врати
		облегалка		
		пружини		
				огледало

6. „ = ”, „ + ”, „ - ”, „ : ”, „ . ”, „ || ”, „ ⊥ ”, „ < ”, „ ∫ ”, „ d ”, „ 2 ”, „ ½ ”.

7. „ = ” – равенство на елементи на двете части на записа;

„ + ”- (след знака за равенство има само един обект) общи елементи от ТО, който следва знака, се включват в изходния ТО; (след знака за равенство има повече от един обект) общите съставни части на сродните обекти се комбинират в изходния;

” - „, – елементи от ТО, който следва знака, се изваждат (чрез тях се пробиват) общи елементи на ТО, който предхожда знака; или целият ТО, който следва знака, се изважда (чрез него се пробива) ТО, който предхожда знака;

” . ”- (пред символа има константа, напр. ” 2.”) ТО, следващ символа се мултиплицира толкова пъти, колкото е константата преди символа; (пред символа има ТО) изходният ТО включва общи съставни части с двата ТО (преди и след символа), като някоя от съставните части на единият ТО е мултиплицирана толкова пъти, колкото е съставна част на втория ТО; мултиплицирането може да бъде по отношение на брой, форма или по друг признак;

” : ”- (след символа следва константа, напр. „:2”) ТО, предхождащ символа се разделя на части, определени от константата, следваща символа; (пред символа има ТО) изходният ТО включва общи си съставни части с двата ТО (преди и след символа), като някоя от съставните части на единият ТО е редуцирана толкова пъти, колкото е съставна част на втория ТО; редуцирането може да бъде по отношение на брой, форма или по друг признак;

” || ”- (между двете линии на символа е поставен изходния обект) някоя от задължителните части на обекта, поставен между двете вертикални линии, липсва; (между двете линии е поставен обект, различен от изходния такъв) някоя от общите съставни части, които са взаимствувани от сродния обект между линиите, липсва;

” ⊥ ”- ТО, следващ символа, се завъртва на 90° или на кратен на него ъгъл;

” < ”- ТО, следващ символа, се завъртва на ъгъл, различен от 90°;

” ∫ ”- (интеграл от 0 до n) всички елементи на ТО, следващ символа, се включват в изходния ТО; (интеграл от ТО1 до ТО2) всички общи елементи на ТО1 и ТО2 се включват в изходния ТО;

” d ”- много малка част от елементи от ТО, който следва знака, се включват в изходния ТО;

„²”- общи елементи от два варианта от ТО, който предхожда знака, се включват в изходния ТО;

„^{1/2}”- общи елементи от два варианта от ТО, който предхожда знака, се изключват в този вид от изходния ТО;

8. Някои математични формули, евристичният им смисъл и някои възможни решения по тях са дадени по-долу.

$a=b+d$; масата включва куките и носача на закачалката; **от всички страни на носача от куките висят плотове, върху които се сервират блюдата или всяко блюдо виси самостоятелно;**

$a=b+c$; рафтовете или краката на етажерката се комбинират със седалката или краката на стола; **меката седалка се опъва върху крака (2 бр.) на етажерката;**

$a=b+d$; рафтовете или краката на етажерката се комбинират с куките или носача на закачалката; **масата представлява две завъртяни под ъгъл една спрямо друга вертикални стени, по средата на които има рафт, а над него върху стените има кукички за провесване на елементи на храненето;**

$a=b+e$; рафтовете или краката на етажерката се комбинират с рафтовете/чекмеджетата на гардероба; **краката на етажерката (4 бр.) се комбинират с "чекмедже", представляващо плота;**

$a=c+d$; седалката или краката на стола се комбинират с куките или носача на закачалката; **столът се обръща на 180°, а върху краката му се поставят кукичките;**

$a=c+e$; седалката или краката на стола се комбинират с рафтовете/чекмеджетата или стените на гардероба; **седалката на стола се комбинира с четирите стени на гардероба, като стените са разположени само в средните части на седалката; масата се ползува като хората са седнали в диагоналите ѝ;**

$a=d+e$; куките или носача на закачалката се комбинират с рафтовете/чекмеджетата или стените на гардероба; **масата представлява стените на гардероба, на които от външната страна са разположени куките на закачалката;**

$a=2(b+c)$ рафтовете и краката се комбинират със седалката, а полученият обект се удвоява; **в четирите ъгли на масата са закрепени седалки за сядане;**

$a=(b+d)/2$; рафтовете или краката на етажерката се комбинират с куките или носача

на закачалката, а полученият обект се разделя на две части, от които се използва едната част; **масата представлява една вертикална стена, по средата на които има рафт, а над него върху стената има кукички за провесване на елементи на храненето (вж. $a=b+d$);**

$a=-b$; съставна част на масата се пробива от съставна част на етажерка; **плотът е пробит през средата от крак на етажерката; по плота тече вода, която се стича в отвора;**

$a=-c$; съставна част на масата се пробива от съставна част на стола; **краката на масата са пробити от краката на стола (фиг.1);**

$a=-d$; съставна част на масата се пробива от съставна част на закачалката; **плотът на масата е от стъклена маса, от долната част на която са отнети кръгли кухини (чрез долния край на носача);**

$a=-e$; съставна част на масата се пробива от съставна част на гардероба; **краката на масата са изрязани от гардероба (фиг.2);**

$a=2a$; новата маса включва две изходни маси; **едната маса е разположена под другата и при необходимост двете маси се свързват;**

$a=2b$; масата включва общите си съставни части с две етажерки; **две маси тип етажерки се свързват по тясната си или по широката си страна и така оформят два вида маси;**

$a=2c$; масата включва общите си съставни части с два стола; **новата маса представлява в изглед отгоре два допиращи се по диагоналите квадрата;**

$a=3c$; масата включва общите си съставни части с три стола; **новата маса има формата на буквата Г;**

$a=bc$; някоя от общите съставни части на етажерката е мултиплицирана толкова пъти, колкото някоя съставна част на стола- краката на етажерката (2бр.) се мултиплицират 4 пъти с краката на стола; **краката на масата са 8 бр., като сечението им е по- малко;**

$a=be$; някоя от общите съставни части на етажерката е мултиплицирана толкова пъти, колкото някоя съставна част на гардероба- ъглите на рафта на етажерката се мултиплицират 3 пъти със стените на гардероба; **плотът на масата е изрязан в четирите ъгъла, където са и местата за сядане (фиг.3);**

$a=se$; някоя от общите съставни части на стола е мултиплицирана толкова пъти, колкото някоя съставна част на гардероба- седалката на

стола се мултиплицират 4 пъти с краката на гардероба; масата има 4 плота, един хоризонтален и 3 вертикални (фиг.4);

$a=d/e$; някоя от общите съставни части на закачалката е мултиплицирана толкова пъти, колкото някоя съставна част на гардеробаносачът на закачалката се мултиплицира 2 пъти с вратите на гардероба; масата представлява два носача, свързани помежду си с прът;

$a=a/2$; масата се разделя на две части и се взема едната част; тук са възможни различни равнини, по които може да се извърши разделянето, някои от които са напр. вертикална равнина (през средата на едната или другата страна на масата или по диагонала ѝ) и хоризонтална- през краката на масата; част от получените маси трябва да се закрепват допълнително към стената;

$a=b/2$; етажерката се разделя на две части; чрез диагонална равнина и мултиплициране ще се получи пирамидална маса, чийто всеки подолен плот е повече издаден спрямо по-горния; плотовете са няколко;

$a=d/2$; закачалката се разделя на две части; долната част включва обръч и крачета; обръчът играе ролята на липсващите куки;

$a=b:e$; някоя от съставните части на етажерката е редуцирана толкова пъти, колкото е съставна част на гардероба- рафтът се разделя на 2, колкото е броят на вратите на гардероба; плотът на масата е разделен на две, като двете части се свързват чрез панти за по-лесно превръщане на масата в композиция; панти и на краката ще позволят удобното пакетиране на масата;

$a=d:e$; някоя от съставните части на закачалката е редуцирана толкова пъти, колкото е съставна част на гардеробаносачът се разделя на 4, колкото е броят на ъглите на плота на гардероба; върху плота на масата се поставя долната част на носача, върху който се поставят някои от обектите;

$a=|a|$; масата не съдържа плот и/или крака и/или чекмедже; масата се състои от множество плотове тип чекмеджета, които се издържат от различни страни на централна част; храненето се извършва върху тези плотове, като те могат да се преместват във височина върху различни плъзгачи;

$a=|b|$; масата тип етажерка не съдържа рафтове или крака; масата представлява куб, в

който има странични отвори за краката на хранещите се;

$a=|c|$; масата тип стол не съдържа седалка или крака; плотът има отвор в средата с капак, под който има кошче;

$a=|d|$; масата тип закачалка не съдържа куки или носач; върху носача хоризонтално е разположен прът, върху който се окачват ястията;

$a=|e|$; масата тип гардероб не съдържа рафтове/чекмеджета или стени; масата е във формата на завъртяна на 90° буква П;

$a\perp a$; масата се завъртва на 90° и върху горната ѝ част се поставя плот;

$a\perp d$; закачалката се завъртва на 180° ; масата представлява обръч, поставен на земята, от който стърчат нагоре на различна височина пръти (те заместват куките); върху тях се поставят или от тях висят различните хранителни обекти;

$a\perp e$; гардеробът се завъртва на 90° ; масата представлява паралелепипед с една врата отстрани; при отварянето на вратата и допълнително закрепване масата се удължава;

$a<b$; етажерката е завъртяна на 20° ; краката на масата са завъртяни на 20° спрямо вертикалната равнина и са отляти заедно с плота;

$a=|b|$; масата включва рафтове и краката на етажерка; масата включва два рафта- един в долния край за устойчивост (а и винаги може да се постави нещо върху него) и един в горния ѝ край;

$a=|c|$; масата включва седалката, краката, облегалката и пружините на стол; масата има "облегалка" в единия край, която представлява огледало; височината на плота се регулира чрез пружини;

$a=|d|$; масата включва куките и носачът на закачалка; съдържанието на $a=|d|$ съвпада с това на $a=+d$;

$a=|e|$; масата включва стените, вратите и огледалото на гардероб; краката на масата са изпълнени като стени; тя има врати от всички страни, които се отварят при ползване на масата; плотът е оформен като огледало;

$a=|b^c|$; масата включва рафтове, крака, седалка, облегалка и пружини; странично или по средата на плота- седалка са поставени рафтове, от единия край има издигната преграда („облегалка“), по която висят общи

принадлежности към масата; презградата чрез пружини се появява или скрива;

$a =]_b^d$; масата включва рафтове, крака, куки и носач; **плотът- рафт е поставен върху носач, който завършва с крака; отстрани на плота са поставени куки, на които висят табли с напр. хляб, сол и др.;**

$a =]_b^e$; масата включва рафтове, крака, рафтове/чекмеджета, врати и огледало; **масата включва крака, плот- рафт и врати, като всички те са огледални;**

$a =]_c^d$; масата включва седалка, крака, облегалка, пружини, куки и носач; **новата маса съдържа мека „седалка“- плот, която се изпълва с помощта на пружини под нея; краката продължават нагоре след плота; това са носачите, върху които има куки за окачване на обекти, поставяни върху масата;**

$a =]_d^e$; масата включва куки, носач, рафтове/чекмеджета, стени, врати и огледало; **върху масата, която е тип гардероб се поставя по средата носач с куки, върху които се окачват част от обектите;**

$a = \delta c$; масата включва малка част от облегалката, седалката или краката на стола; **върху масата (по средата или открая) може да се добави като сменно съоръжение метална част с формата на буквата П, върху която могат да се окачват различни обекти; за присъединяване на съоръжението се използва сглобка;**

$a = b^2$; масата включва рафтове и крака 4 бр. и крака 2 бр.; **масата се състои от рафт- плот и 4 крака, над плота са разположени 2 бр. стени; стените отделят масата от останалите маси, а освен това с цел разнообразие масата може да се завъртват на 180°;**

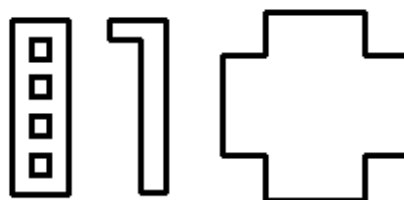
$a = c^2$; масата включва седалка мека, седалка твърда и крака; **част от плота е твърд, а друга част, изпълнен с опънат мек материал;**

$a = d^2$; масата включва носач и куки, разположени кръгово и куки, разположени по една линия; **върху носача има и кръгово и върху прът хоризонтално разположени куки; от куките висят плотове, върху които се сервират блюдата или всяко блюдо висе самостоятелно;**

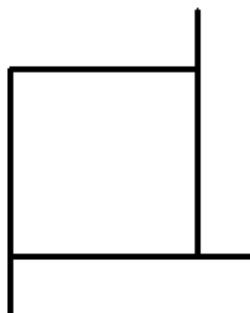
$a = e^2$; масата включва стени и рафтове и чекмеджета; **в стените на масата има гнезда, в които плотът може да се премества по височина, с което се коригира височината на**

масата; наличието на повече плотове позволява ползването на долните чрез издърпването им;

$a = c^{1/2}$; масата не включва общите части (седалка- твърда, мека и крака); **плотът представлява рамка, през която е прекарана опъната нишка; краката са под формата на буквата S.**



Фиг.1 Фиг.2 Фиг.3



Фиг.4

Тъй като броят на формулите (съществуващи или съставени) е безкрайно голям може да се изведе следното

Твърдение

Броят на модификациите на обект, получени по метода „Евристични формули“ е много голям (безкрайно голям).

От теоретична гледна точка методът се характеризира с:

- неограниченост- винаги може да се добави нова формула и процесът на търсене на решения да започне отначало;
- значителна степен на формализация- търсенето на формули и посочване на пътя за търсене на решение може да стане автоматизирано;
- възможност за създаване на шаблон за автоматизирано търсене на решение, като ролята на оператора ще се сведе до оценка на възможността за реализация на предложените варианти;

По този начин се поставят основи за значителна формализация на процеса на търсене на идеи.

Заклучение

Предложен е методът „Евристични формули“ за решаване на творчески задачи. Той е представен чрез евристичен алгоритъм и е онагледен чрез примери. Методът може да се използва в инженерната творческа дейност.

Литература

[1] Лепаров М.Н. Относно методи за решаване на евристични задачи, 15 нац. научно-техн. конф. с межд. участие „Автоматизация на дискретното производство“ АДП 2006, С., 2006.

[2] Лепаров М.Н. Относно евристичните методи, 14 юбилейна нац. научно-техн. конф.

„Автоматизация на дискретното производство“ АДП 2005, Созопол, 2005.

[3] Лепаров М.Н. По въпроса за аналогията при решаване на евристични задачи, межд. научна конференция на Технически университет- Габрово „УНИТЕХ' 05“, Габрово 2005.

[4] Техническое творчество: Теория, методология, практика, энциклопедический словарь, под. ред. А.И.Половинкина и В.В.Попова, научно-произв.объединение “Информ-система”, М.,1995.

[5] Цонев М. Методи за техническо творчество, С., Техника, 1986.

[6] Ганева Н., М.Лепаров, Г.Станчев Основи на инженерното проектиране (ръководство за упражнения), С., Софттрейд, 2008.

Автор:

проф. д-р Михаил Николов Лепаров, Технически университет – София

METHOD “HEURISTIC FORMULAE” FOR CREATIVE TASKS SOLVING

Michail Leparov

Tasks which can not be formalized and for which there are no known methods for solving are called heuristic tasks. In most cases there are to be solved by usage of solutions of tasks which have already been made and the intelligence of the person who solves them. There are various methods which support the solution of heuristic tasks. The purpose of the current work is to present some new ways for solution of heuristic tasks.

Key words: heuristic method, heuristics, heuristic tasks

Prof. Mihail Leparov, PhD, Technical University - Sofia

МЕТОД „КАРТИНА” ЗА РЕШАВАНЕ НА ЕВРИСТИЧНИ ЗАДАЧИ

Михаил Лепаров
mleparov@tu-sofia.bg

Евристични задачи са такива задачи, за решаването на които не съществуват строги методи. Същевременно съществуват множество евристични начини за тяхното решаване, които представляват съвкупност от насочващи стъпки. В настоящата работа се предлага един нов евристичен метод за решаване на творчески задачи.

Ключови думи: схеми на базиране, сглобена единица, геометрични ограничения за позициониране

Увод

Съществуват множество евристични методи [1,2 и др.] за решаване на творчески задачи, които представляват съвкупност от насочващи стъпки.

Целта на настоящата работа е да предложи един нов метод за решаване на евристични задачи. Той е разработен на базата на логичен анализ и е експериментиран в ТУ-София.

Изложение

Метод ”Картина”

Под „картина” в тесен смисъл на думата в настоящия метод се разбира всяко графично изображение, а в широк смисъл- всяка зрителна информация (картина, илюстрация, снимка, чертеж, графичен бутон на компютърна програма, изображение върху опаковка, фирмен знак, дреха, сервирана маса, изображение на огледало, това, което се вижда пред прозореца, това, което е пред погледа на човек- трева, шосе, сандвич, течаща вода, чешма, дъжд, телевизионен говорител, дърво, клон, листо и т.н; достатъчно е човек да промени посоката, в която гледа, за да получи нова картина).

Основна идея: Във всяко графично изображение могат да бъдат намерени множество графични символи, които да подскажат решение на проблема.

Алгоритъм

1. Уточняване на проблема (външен вид, допълнителна функция, друга реализация на функция на технически обект ТО).

2. Анализ:

2.1. Уточняване на елементите на картината (обектите, които я съставят).

2.2. Пряк анализ:

2.2.1. За всеки елемент от т.2.1 се определят свойствата:

- неговата форма (формата на неговите съставни части);
- функционирането му (както и това на съставните му части);
- входящите и изходящите му потоци (за определянето на потоците вж. [1]);
- инженерните ефекти, които са намерили приложение в него (за определянето на инженерните ефекти вж. [1]);

При липса на достатъчно по количество и/или качество решения се преминава към:

- начин на изработване;
- потоци и инженерни ефекти на устройства, с които е изработен;
- мястото на изработване;
- хората, които са го изработили;
- сходните му обекти;
- др.

2.2.2. Търсене на решение по всяко свойство от т.2.2.1:

а) външен вид

Разглежда се всяка форма на обект от т.2.2.1 и при възможност се взаимодейства или приспособява чрез подходяща промяна;

б) допълнителна функция

Разглежда се всяка функция (действие) на обект и инженерните ефекти от т.2.2.1 и при възможност се взаимодейства или приспособява като допълнителна функция на изходния ТО.

в) друга реализация на функция
- определят се съставните части на изходния ТО и техните главни функции;
- определят се главната функция и основните функции на изходния ТО;
- анализира се дали в някои от обектите на картината някоя от тези функции не е реализирана; при положителен отговор се взаимодейства или приспособява реализацията на тази функция.

Пример (полюлей)

1. Търси се нов външен вид или допълнителна функция или друга реализация на функция на ТО „Полюлей”.

2.1. Нека изходната картина е една картина на С.Дали, изобразена на фиг.1.

Обекти: облаци (осветени и неосветени от залязващото слънце), вълни (бурни, спокойни, една тип „одеяло,,), морски пясъчен бряг (формата е определена от прииждащите вълни), потънал под главата на жената, спяща жена, книга, подскачащи делфини.

2.2.1. (форма) формите на обектите;

(функциониране) облаци се преместват и променят формата си; слънцето осветява облаци; вълните се движат по морето; жената спи; книгата е затворена; делфините играят;

(входящи и изходящи потоци) облаци: въздушен поток- механично движение; слънце: топлинен поток; вълни: воден поток- механично движение; спяща жена: въздушен поток- въздушен поток (дишане), книга: информационен поток;

(инженерни ефекти) облаци: кондензация; слънце: отделяне на топлина; вълни: гравитационно поле на Луната; жена: напр. кръвообращение; книга: съхранение на информация; делфини: напр. дишане.

2.2.2. а) външен вид

Някои възможни решения са:

- полюлей под формата на облак (слънце, вълна, жена, книга, делфин) или на техни съставни части;

б) допълнителна функция

Някои идеи, получени по аналогия с частите на „функциониране” от т.2.2.1 са:

- полюлеят може да се премества и да променя формата си (аналогия с преместване на облаци);

- светлината на полюлея може да се насочи и да осветява избран обект от стаята (осветяване на облаци);

- при липса на движение в стаята полюлеят автоматично се изключва (спане на жената);

- полюлеят се състои от две части, които могат плътнo да прилепят една към друга или да се отдалечават (книга);

- светлината може да променя интензитета си в зависимост от силата на звук- музика, разговор (игра на делфини);

Някои идеи, получени по аналогия с „входящите и изходящите потоци” са:

- върху стойката на полюлея са окачени леки „листа”, които от най- малкото движение се завъртват около оста си (въздушен поток);

- в полюлея е монтиран термометър, който при определена температура включва отоплението в стаята (топлинен поток);

- в полюлея е монтиран водоскок (воден поток);

- телевизионен екран е окачен на полюлея (информационен поток),

а някои възможни идеи, свързани с инженерните ефекти са:

- (кондензация); повърхнината на абажура имитира наличието на капки по нея;

- при включване на полюлея се отделят ароматни вещества (отделяне на топлина);

- (гравитационно поле на Луната); полюлеят е със сърповидна форма (по аналогия с формата на луната);

- (кръвообращение); съставните части на полюлея са със сърцевидна форма;

- (съхранение на информация); в полюлея е организирано място за малък сейф;

- (дишане); полюлеят се състои от две симетрични части (аналогия с белите дробове);

в) друга реализация на функция.

Основните съставни части на полюлея и техните главни функции: стойка- предава силите на теглото на съставните части на тавана, фасунга- закрепва лампата за стойката (посредник), лампа- отделя светлина, абажур- естетична функция, ел. проводник- провеждане на ел. ток.

Главна и основни функции на полюлея: осветяване на помещение (главна функция), провеждане на ел. енергия, отделяне на светлина, провеждане на светлинна енергия, ел. изолация, закрепване.

Някои идеи за решения са:

- *(предаване на тегло- всички съставни части на картината предават тегло) стойката е съставена от метални нишки;*

- *(закрепване- множество съставни части на картината се явяват посредник между други две части) фасунгата е реализирана подобно на лакътя на жената- чрез шарнир се свързва за стойката;*

(отделяне на светлина) през определен участък от деня се „улавя“ слънчевата светлина (светлината извън стаята);

(естетична функция) абажурът е под формата на женска глава;

(провеждане на ел. ток) нервни импулси се предават по невроните на жената, следователно може да се препоръча изследване за търсене на подобни заместители на проводниците;

2.3. Символен анализ:

2.3.1. Разглеждане на:

- всеки елемент от т.2.1 (за видимост на връзката двата елемента могат да се свържат с права или крива линия);

- всяка двойка елементи;

- всяка тройка елементи;

- друга комбинация;

- картината като цяло;

- част от картината;

- елемент и рамката;

- част от картината и рамката;

- цялата картина и рамката;

- др.

Заб. Препоръчва се да се разглеждат не всички посочени по- горе възможности, а част от тях. При липса на достатъчно добри решения се преминава към останалите възможности.

2.3.2. Определяне на използваните (директни) символи в разглежданията от предходната точка.

2.3.3. Определяне на възможни символи (индиректни), които не следват директно от картината, но от някаква гледна точка са възможни. Тези символи могат да нямат нищо общо с авторския замисъл и да съвсем отдалечени от него.

Някои начини за търсене на символи (връзки) са:

а) търсене на отговор на въпроса „на какво ми прилича това (конкретен обект от картината)“;

б) символи могат да се търсят и по следния начин: под картината се поставя друга произволна картина; приема се, че между двете картини има

връзка; разкрива се връзката между тях, а по нея- възможен символ в картината.;

в) случайна прилагателна дума:

в1. Избор на случайни прилагателни думи.

в2. Свързване на всяка прилагателна дума с думата „връзка“, напр. речна връзка, сексуална връзка, плодова връзка, географска връзка и т.н.

в3. По полученото словосъчетание се търси съответствие в картината.

г) фантазията може да помогне за търсене на разнообразни гл.т. върху един и същ елемент на картината.

2.3.5. По всеки символ търсене по асоциация или аналогия на решене на проблема.

Пример

2.3.1, 2.3.2. Някои възможни символи са:

- *облаци- нещата в живота се променят; (решение) полюлеят променя цвета си в зависимост от интензивността на падащата върху него светлина;*

- *слънце- сияйност; при включване всички части на полюлея излъчват светлина;*

- *вълни- мекота; полюлеят представлява съвкупност от луминесцентни лампи под формата на вълни;*

- *морски бряг- пясъчливост; всички съставни части са свързани с връзки, които позволяват промяна на формата на полюлея в големи граници;*

- *спяща жена- невинност; при изключване на полюлея се появява краткотрайно изображение на прозяваща се и лягаща фигура;*

- *книга- мъдрост; върху абажура може да се пише някакво изречение, което може да се подменя във времето;*

- *делфини- безгрижие; полюлеят има допълнителен режим на работа, при който се включва и изключва самостоятелно през различни периоди от време, създавайки хаос и разнообразие;*

- *слънце, земя- космическа връзка; полюлеят се включва чрез дистанционно устройство;*

- *облаци, море, бряг- естествената природа; полюлеят има ваза за цветя;*

- *делфини, жена- живата природа на земята; в прозрачни малки съдове, част от полюлея, плуват рибки (полюлей- аквариум);*

- *жена, книга- изкуствените обекти в живота на хората; при запалване на полюлея се произнася изречение (мъдра мисъл, сугестивно изречение, хумористична мисъл, др.);*

- жена, бряг- връзката на човека с природата; малки камъчета са поставени на малки поставки, оформени на различни места в полюля;

- жена, море- връзката на хората с морето; полюляят съдържа прозрачни декоративни елементи, в които има поставена вода;

- облаци, море, земя, живи същества- хармонията на природата; съставните части на полюля са оформени като скулптурна композиция;



Фиг.1 (автор: С.Дали)



Фиг.2 (автор: С.Дали)

2.4. Съвпадане.

2.4.1. Приемане, че елементите на изходния обект от т.2.1 съвпадат с:

а) обектите на картината (т.2.1);

б) елементите на всеки обект на картината.

2.4.2. По всяко приемане от т.2.4.1 търсене по асоциация или аналогия решение на проблема.

Пример (вж. [3])

3. Свободно пространство.

3.1. Уточняване на свободните пространства в обектите на картината, както и между тях.

3.2. Приемане, че всяко свободно пространство е част от изходния ТО. Избор на мястото му в ТО (произволно място вътре или извън ТО).

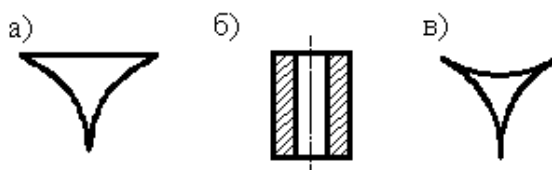
3.3. Използуване на свободното пространство за решаване на проблема.

Пример (фиг.2, ТО "Химикалка")

3.1. Някои от свободните пространства за картината от фиг.2 са дадени на фиг.3, като на фиг.3а е показано пространството от вътре в лодката, а на фиг.3б- това около греблото.

3.2, 3.3. Ако се приеме, че пространството от фиг.3а е това, заето от химикалката, то едно възможно решение е представено на фиг.3в. Химикалката представлява криволинеен триъгълник, като всеки негов връх е връх на пълнител, а всяка дъга- повърхнината, която ляга по ръката на пишещия.

Едно решение за случая от фиг.3б е: в корпуса има кухня, в която се поставя резервен пълнител.



Фиг.3

4. „Нарисуване” на проблема.

4.1. Начертават се проекциите на ТО.

4.2. Външен вид:

4.2.1. Начертават се произволни фигури.

4.2.2. Приема се, че всяка фигура се явява очертавания за всяка проекция на ТО от т.4.1.

4.2.3. Търси се по аналогия или асоциация решение на проблема (външен вид или останалите два проблема).

4.3. Допълнителна функция:

4.3.1. Избират се по случаен или системен начин на ТО.

4.3.2. На всяка от проекциите от т.4.1 се поставя:

- изображение на ТО от т.4.3.1;
- случайна форма, буква (кирилица, латиница или друга азбука), цифра или друга линия.

4.3.3. По аналогия или асоциация се търси решение на проблема (допълнителна функция или останалите два проблема).

4.4. Друга реализация на функция.

4.4.1. Избор по случаен начин на различни ТО.

4.4.2. Нарисуване или използване на готови рисунки за ТО от т.4.4.1.

4.4.3. Анализ на тези ТО с цел взаимствуване и адаптация (на решения на техни функции или решение на другите два проблема).

Пример (ТО "Химикалка")

4.1. Проекциите на химикалка са дадени на фиг.4а.

4.2.1. Две произволни фигури са показани на фиг.4б,в.

4.2.2. Приема се, че кривата линия (фиг.4б) е:

а) изглед отпред на химикалката;

б) изглед отгоре;

Приема се, че елипсата (фиг.4в) е:

в) изглед отпред;

г) изглед отгоре.

4.2.3. Някои възможни решения са:

а) фиг.4г;

б) химикалката може да се прегъва и разгъва по оста си с цел използване на механизма за извеждане на пълнителя, който се намира от вътрешната страна, както и използване на други допълнителни функции;

в) фиг.4д;

г) сечението на химикалката е елиптично;

4.3.1. Компютърна „мишка“, обувка, буква „А“ и число „1“.

4.3.3 (компютърна „мишка“) корпусът на химикалката при включване се осветява чрез монтирани светодиоди и батерия;

(обувка)- закрепването на химикалката към дреха, маса, чанта или обувка става чрез самозалепващи се ленти, поставени върху химикалката и съответното място за закрепване;

(А) върху химикалката са написани думи с най-често допускани правописни грешки; вариант- написани са чужди думи;

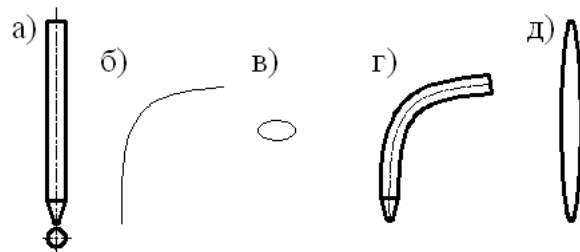
(1) химикалката е под формата на буквата V, единият клон може да е по-къс); едната част се опира в ръката, а другата застава вертикално за писане;

4.4.1. Маса, бутилка, ютия.

4.4.3. (маса) върху масата се поставят ястия; (решение) горният край на химикалката е оформена като щипка, в която може да се постави цвете, огледалце, гума или др. обекти;

(бутилка) течността се съхранява в корпус и капачка; в резервоар се съхранява изкуствен подсладител или лекарството, което трябва да се приеме през деня;

(ютия) ютията нагрява и притиска тъкан; корпусът на химикалката е направен от пресована тъкан;



Фиг.4

5. Невъзможна картина.

5.1. Нарисуване на картина (изобразяване, скициране на фигура), в която изходният ТО е невъзможен обект (impossible object).

5.2. Невъзможна главна функция.

5.2.1. Определяне на работните потоци и "пътят" на всеки от тях, т.е. детайлите през които преминават.

5.2.2. Поставяне на препятствие по пътя на потока, така че той да не може да се преобразува. По този начин ТО няма да може да функционира.

5.2.3. Без да се премахва препятствието се търси друг път на работния поток.

Примери

(велосипед)

5.2.1. (поток) механично движение; (път на потока) човек- педали- лост- ос- зъбно колело- верига- зъбно колело- ходово колело.

5.2.2. Ходово колело блокирано.

5.2.3. Чрез извеждане на странични малки ски велосипедът може да се плъзга в сняг. Скиите се задвижват с педали и се отблъскват последователно от земята.

(водопроводен вентил)

5.2.1. (поток) вода; (път на водата) тръбятяло на вентила- изходяща тръба- чучур.

5.2.2. *Заварява се чучура.*

5.2.3. *Пробива се отвор в страничната част на чучура или в горната част на тялото на вентила.*

5.3. *Невъзможни форми на съставни части.*

5.3.1. *За всяка съставна част определяне задължителното свойство по отношение на формата с цел функционирането на ТО.*

5.3.2. *Избор на форма, която не притежава това свойство. Тази форма ще бъде невъзможна за функционирането на ТО.*

5.3.3. *Като се променя формата на ТО във времето се търси решение за функционирането му.*

Примери

(химикалка)

5.3.1. *Пълнител- затворена фигура, корпус-пространствена фигура.*

5.3.2. *Пълнител- отворена фигура, корпус-равнинна фигура.*

5.2.3. *Химикалката е във вид на спирала- за да се пише се разгъва част от спиралата.*

(маса)

5.3.1. *Плот- равнинна форма, крака- без значение.*

5.3.2. *Плот- огъната пространствена форма.*

5.3.3. *Плотът на масата е лесно сменяем и еластичен. Опънат върху масата той изпълнява функцията на равнинен плот. След хранене плотът се освобождава и пропада заедно с използваните съдове в кухня в масата, а отгоре се поставя нов еластичен плот.*

5.4. *Невъзможна допълнителна функция.*

5.4.1. *Определяне на работните потоци.*

5.4.2. *Избор на инженерен ефект, който е свързан с преобразуване на потоци, които са различни от работните (нов поток). Действието, реализирано от този ефект е невъзможно за изходния ТО.*

5.4.3. *Търсене на инженерен ефект, който преобразува някой от работните потоци на изходния ТО в новия поток и търсене на функционално предназначение на преобразуването, последвано от включването на ефекта в ТО.*

Примери

(скоростна кутия)

5.4.1. *Механична енергия (движение).*

5.4.2. *Капацитет на кондензатор (поток-ел.енергия).*

5.4.3. *Температурата вътре в кутията може да се измерва чрез температурните разширения на някой от детайлите. Ако за този детайл е закрепена едната плоча на плосък кондензатор, то чрез преместването от разширението ще се променя капацитета на кондензатора, а по него може да се съди за температурата.*

(радиатор)

5.4.1. *Топлинна енергия.*

5.4.2. *Зъбна двойка (механично движение).*

5.4.3. *Инженерният ефект „биметална пластина“ може да преобразува топлинната енергия в механично преместване, което при определена температура да включва лампа, която сигнализира за превишаване на температурата в стаята.*

5.5. *Други невъзможни свойства, напр.:*

- *невъзможно разположение на съставните части;*

- *невъзможни връзки между съставните части;*

- *невъзможни др. елементи или свойства;*

Примери

(прозорец)

Дръжката на прозореца е разположена във въздуха, което е невъзможно разположение.

Ако отварянето става чрез радиочестотен сигнал (дистанционно управление) може да се приеме, че дръжката на прозореца се намира в джоба на собственика.

(ескалатор)

Липсва връзка между задвижващата ролка и електродвигателя, което е невъзможно.

Ако ескалаторът се задвижва от теглото на слизащите, което трябва да е по-голямо от теглото на качващите се. При липса на това условие се включва електродвигателя.

(нощна лампа)

Дължината на стойката на лампата да бъде няколко метра е нереален размер.

Ако стойката на лампата е еластичен елемент, който се навива на барабан, то удължаването ѝ в много големи граници не представлява проблем.

Заклучение

Предложен е метод „Картина“ за решаване на творчески задачи. Той е представен чрез евристичен алгоритъм и е онагледен чрез примери. Методът може да се използва в инженерната творческа дейност.

Литература

1. Техническое творчество: Теория, методология, практика, энциклопедический словарь, под ред. А.И.Половинкина и В.В. Попова, научно-произв.объединение “Информ-система”, М.,1995.
2. Лепаров М.Н. Някои методи за решаване на евристични проблеми, 14 юбилейна нац. научно-техн. конф „Автоматизация на дискретното производство” АДП 2005, Созопол, 2005.
3. Лепаров М. По въпроса за творческите методи, межд. науч. конф. на ТУ- Габрово „УНИТЕХ’ 08”, Габрово, 2008.

Автор:

проф. д-р Михаил Николов Лепаров, Технически университет – София

METHOD “PICTURE” FOR HEURISTIC TASKS SOLVING

Michail Leparov

Problems, that cannot be formalized and for what no methods to solve them are known, are called heuristic problems. There are a lot of ways through what their solving is assisted. The objective of the present work is to propose any new approaches to solve heuristic problems. They are developed by the author on the basis of a logical analysis.

Key words: heuristic method, heuristics, heuristic tasks

Prof. Mihail Leparov, PhD, Technical University - Sofia

ОТНОСНО ИНЖЕНЕРНО ОРИЕНТИРАН ГЕОМЕТРИЧЕН МОДЕЛ НА СГЛОБЕНА ЕДИНИЦА

Петър Горанов, ТУ – София
pvgor@tu-sofia.bg

За създаване геометричен модел на сглобена единица CAD системите предлагат по същество математически ограничения за ориентация, които нямат ясно изразен инженерен смисъл. В резултат моделът на сглобената единица в редица случаи е преограничен и не отразява действителните геометрични връзки между компонентите на реалното изделие. Тук се предлага инженерно ориентиран геометричен модел на сглобена единица, който съдържа информация как се отнемат степените на свобода на компонентите, което най-общо е следствие от тяхното функционално предназначение и е в съответствие с Теория на базирането.

Ключови думи: схеми на базиране, сглобена единица, инженерно ориентиран геометричен модел

Увод

CAD системата разглежда сглобената единица и нейните компоненти като идеални тела. Върху компонентите се налагат геометрични връзки, които в редица случаи не съответстват на действителното механично взаимодействие между тях.

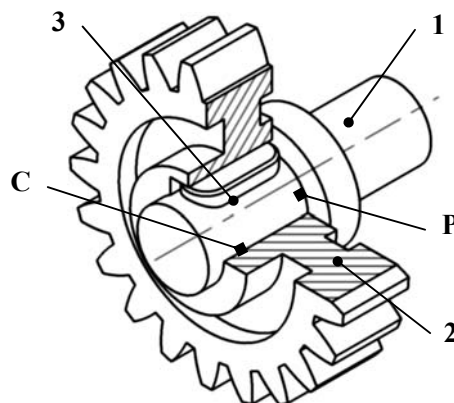
В настоящата работа се обсъжда подход за създаване на инженерно ориентиран геометричен модел на сглобена единица. Този модел включва в себе си намеренията на конструктора. Така се създава по-реалистично описание на геометрията на сглобената единица, което улеснява провеждането на различните инженерни анализи.

Непълнота на инженерния аспект в CAD модел на сглобена единица

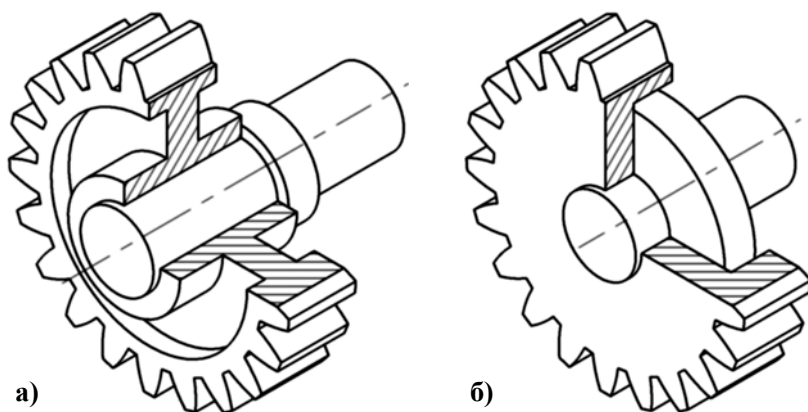
За създаване модел на сглобена единица съвременните CAD системи предлагат геометрични ограничения за позициониране. Нормална практика е върху един детайл да се налагат повече геометрични ограничения, отколкото са достатъчни за отнемането на всички негови степени на свобода. Това е илюстрирано на фиг.1.

За позициониране на зъбното колело 2 се задава подравняване на цилиндричната повърхнина C_2 и цилиндричната повърхнина C_1 на вала 1, което на практика се осъществява

посредством съвпадане на техните оси. За предотвратяване на осевото изместване е необходимо да съвпадат двете челни равнинни повърхнини P_1 и P_2 . Ъгловото разположение на зъбното колело и вала е фиксирано посредством шпонката 3. В CAD модела това може да се отрази като се зададе равнините на симетрия на шпонковия канал и на шпонката да съвпадат. Като се вземе предвид, че твърдо тяло в пространството има 6 степени на свобода, очевидно е, че върху зъбното колело са наложени повече ограничения, от достатъчните за неговото позициониране.



Фиг.1 CAD модел на сглобена единица



Фиг.2 Различни геометрични връзки при едни и същи геометрични ограничения

Ако се разгледа номиналната геометрия (математическия модел), наложените ограничения не са противоречиви помежду си. CAD системата позволява повторно налагане на ограничения, които математически не са противоречиви. Трябва да се посочи, че съвместимостта от математическа гледна точка не винаги означава съвместимост в реалната сглобена единица. Неизбежните отклонения на формата и разположението на реалните повърхнини са причина теоретично съвместими ограничения да предизвикват проблеми при сглобяване и функциониране на реалното изделие.

Някои от CAD системите предлагат ограничение за позициониране тип “вмъкване” [1]. Това ограничение е подходящо за позициониране на зъбното колело при разглеждания случай на фиг.1. Ограничението вмъкване отнема 5 степени на свобода и заменя двете ограничения съвпадане на челните повърхнини и съосност.

Независимо от факта, че при използване на ограничението вмъкване, теоретично няма преограничаване на сглобената единица, това ограничение не описва действителните геометрични връзки между двата детайла. На фиг.2 са дадени два геометрични варианта на сглобената единица от фиг.1. На фиг.2а ориентацията се извършва по дългата цилиндрична повърхнина (отнема 4 степени на свобода), а допирането на двете чела предотвратява осевото изместване на зъбното колело (отнема 1 степен на свобода). На фиг.2б ориентацията се извършва по челната повърхнина с голяма площ (отнема 3 степени на свобода), късата цилиндрична повърхнина предотвратява двете трансляции по взаимно перпендикулярни направления (отнема 2 степени на свобода).

Моделиране на сглобена единица с анализ на степените на свобода

Проблемите, свързани със създаването и описанието на модел на сглобена единица, са причина за множество научни изследвания, които обхващат въпросите от формализирано откриване на повтарящите се ограничения [2] до пълна подмяна на общоприетите геометрични ограничения [3]. В настоящата работа се приема подходът, предложен в [4], според който при моделиране на сглобена единица изрично трябва да се посочва начинът, по който се отнемат степените на свобода.

Анализът на степените на свобода и означаването на начина на тяхното отнемане е най-подходящо да се извършва съгласно Теория на базирането [5]. С използване на понятията от Теория на базирането е възможно точно да се опишат геометричните връзки в сглобената единица. За двете конфигурации на сглобената единица на фиг.2 (на фигурата не е показано как се отнема едната ротация):

- За фиг.2а комплектът бази на зъбното колело включва двойно направляваща и две упорни бази – транслационна и ротационна. Схемата на базиране е 4-1-1;
- За фиг.2б комплектът бази включва установъчна, двойно упорна и упорна ротационна база. Схемата на базиране е 3-2-1.

Под схема на базиране се разбира начинът, по който се ориентира детайлът в сглобената единица. За двата варианта на сглобената единица на фиг.2 схемата на базиране на зъбното колело е различна и съответства на действителните геометрични връзки в сглобената единица.

Относно практическата реализация на инженерно ориентирания геометричен модел на сглобена единица

По принцип са възможни два подхода за практическа реализация на инженерно ориентирания геометричен модел на сглобена единица:

- подмяна на предлаганите от CAD системата геометрични ограничения за позициониране

При този подход конструкторът работи с инженерно ориентирани геометрични ограничения. Инженерно ориентираните геометрични ограничения съдържат информация за геометричните връзки и намеренията на конструктора. Тази информация може да се интерпретира от една страна като необходими геометрични ограничения, които трябва да се наложат върху посочените повърхнини на детайлите и от друга – информация за инженерния контекст, в който се разглеждат тези геометрични

ограничения.

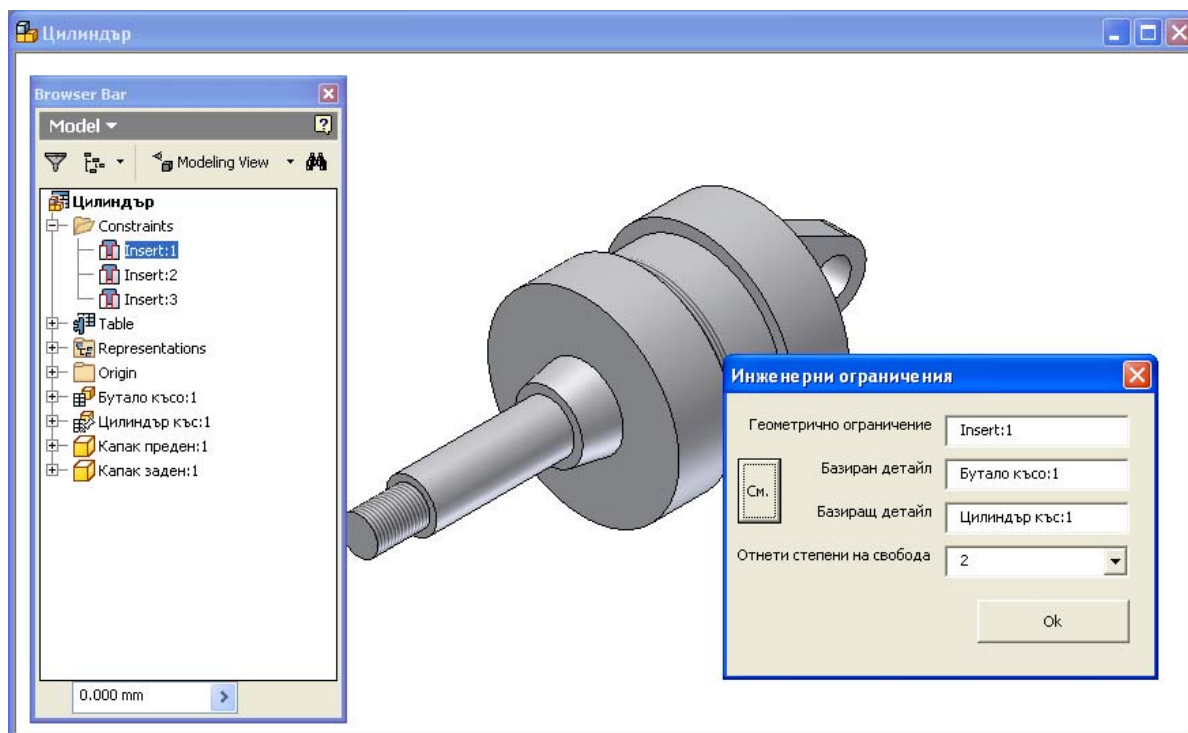
Посочените обстоятелства позволяват от инженерно ориентираните геометрични ограничения автоматично да се генерира необходимият набор от математически ограничения, предлагани от CAD системите, които осъществява желаното позициониране на детайла.

Инженерната информация в инженерно ориентираните геометрични ограничения за позициониране представлява инженерния контекст, който се записва в CAD модела.

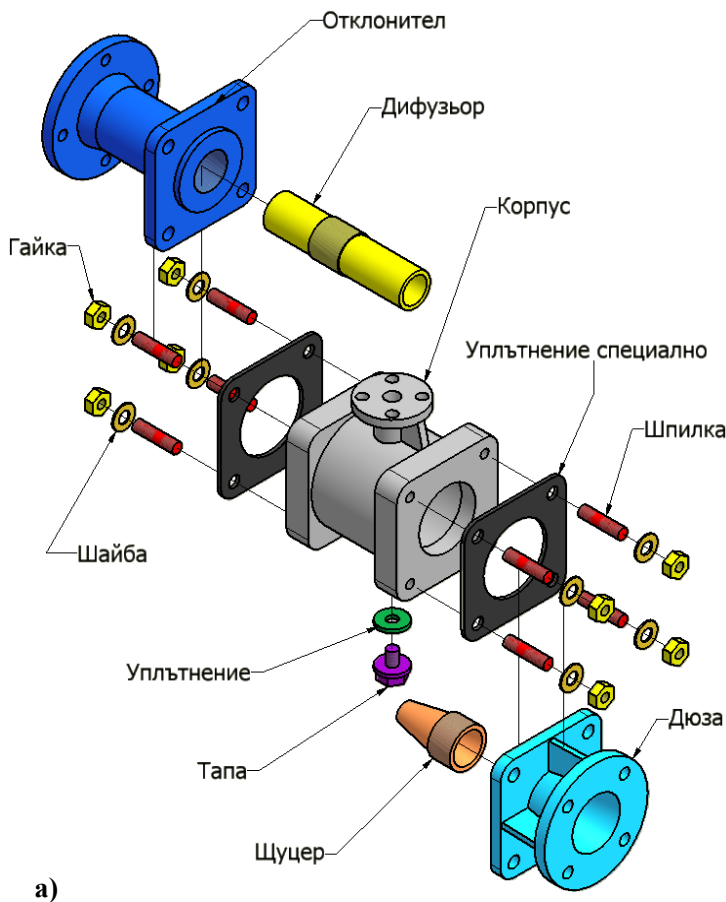
- допълнително въвеждане на инженерно ориентирана информация в наличен модел на сглобена единица

При този подход моделът на сглобената единица се създава по обичайния начин в CAD системата. След това конструкторът въвежда липсващата инженерно ориентирана информация. В крайна сметка в CAD модела се съхранява и допълнително въведената инженерна информация.

Като предимство на този подход може да се посочи създаването на модела на сглобената

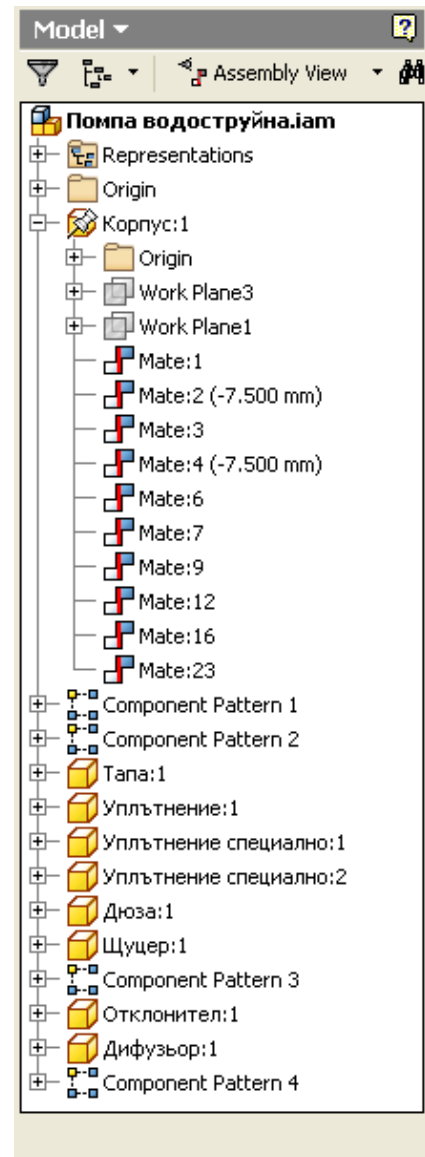


Фиг.3 Допълнението към Autodesk Inventor за реализация на инженерно ориентирания модел в действие



а)

Фиг.4 Позициониране на детайлите в сглобена единица “Помпа водоструйна”



б)

единица по традиционния начин със средствата, предлагани от използваната CAD система. Не се налага конструкторът да изучава нов начин на работа с CAD системата.

Недостатък на този подход е необходимостта от допълнителна работа, която трябва да се извърши след като на практика CAD моделът е създаден. Също така конструкторът трябва на един по-късен етап да си припомня какви решения е вземал по време на конструирането на сглобената единица.

Този подход е приложим и при съществуващ CAD модел на сглобена единица. Повторният

анализ на базирането на детайлите позволява да се открият евентуални неправилни решения.

Практическа реализация с Autodesk Inventor

Практическата реализация е създадена като допълнение към Autodesk Inventor 2008. Програмната реализация е направена посредством Visual Basic for Application за Autodesk Inventor. VBA е удобно средство за създаване на експериментални приложения, понеже е вграден в Autodesk Inventor и притежава сравнително добри средства за настройване на компютърната програма.

Работата на създаденото допълнение към Autodesk Inventor е илюстрирана на фиг.3. Реализацията е направена съгласно подхода за допълнително въвеждане на инженерна информация и предлага удобства при въвеждане на схемите на базиране на компонентите на сглобената единица.

Експериментални изследвания

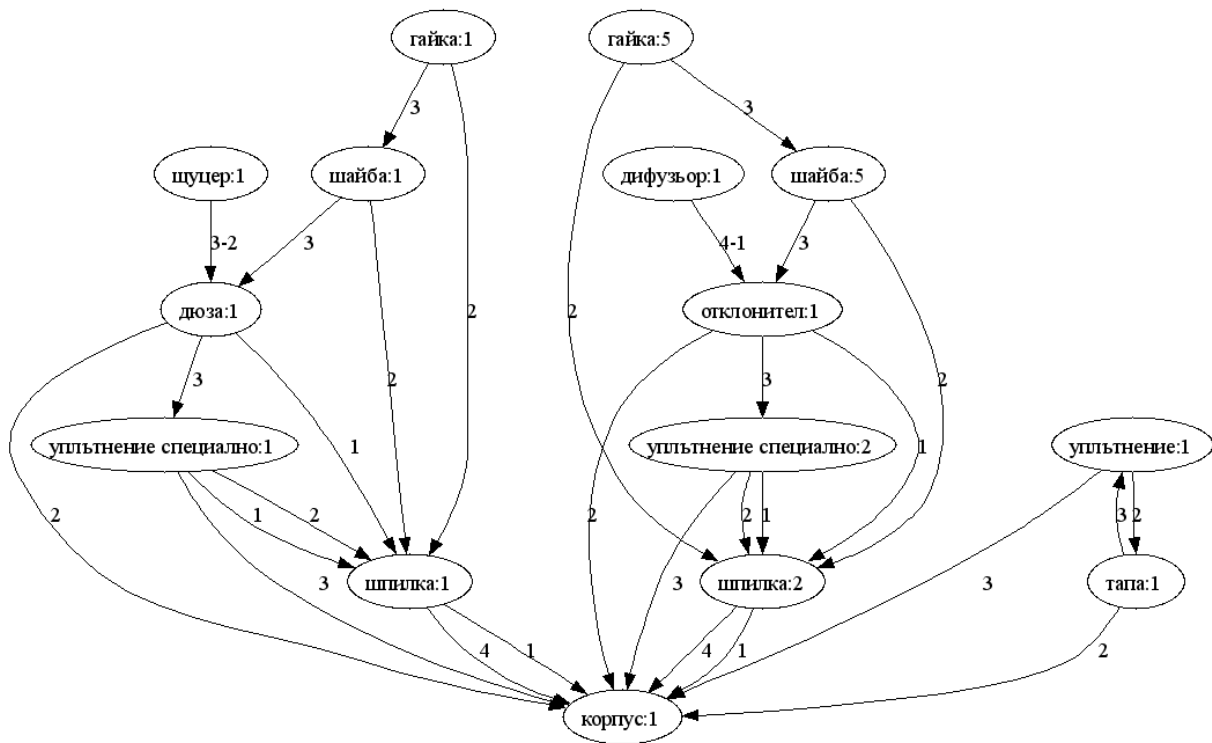
Експерименталните изследвания се провеждат на следните две стъпки:

1. Създава се модел на сглобена единица в Autodesk Inventor.
2. Въвежда се инженерната информация за позиционирането на детайлите с помощта на създадената програмна реализация.

Ограничение	Базиращ детайл	Базиран детайл	Ст. на св.
Mate:1	Корпус:1	Шпилка:1	4
Mate:2	Корпус:1	Шпилка:1	1
Mate:3	Корпус:1	Шпилка:2	4
Mate:4	Корпус:1	Шпилка:2	1
Mate:5	Тапа:1	Уплътнение :1	2
Mate:6	Корпус:1	Уплътнение :1	3
Mate:7	Корпус:1	Тапа:1	2
Mate:8	Уплътнение :1	Тапа:1	3
Mate:9	Корпус:1	Уплътнение специално:1	3
Mate:10	Шпилка:1	Уплътнение специално:1	2
Mate:11	Шпилка:1	Уплътнение специално:1	1
Mate:12	Корпус:1	Уплътнение специално:2	3
Mate:13	Шпилка:2	Уплътнение специално:2	2
Mate:14	Шпилка:2	Уплътнение специално:2	1
Insert:1	Дюза:1	Щуцер:1	3-2

Ограничение	Базиращ детайл	Базиран детайл	Ст. на св.
Mate:15	Уплътнение специално:1	Дюза:1	3
Mate:16	Корпус:1	Дюза:1	2
Mate:17	Шпилка:1	Дюза:1	1
Mate:18	Дюза:1	Шайба:1	3
Mate:19	Шпилка:1	Шайба:1	2
Mate:20	Шайба:1	Гайка:1	3
Mate:21	Шпилка:1	Гайка:1	2
Insert:2	Отклонител:1	Дифузъор:1	4-1
Mate:22	Уплътнение специално:2	Отклонител:1	3
Mate:23	Корпус:1	Отклонител:1	2
Mate:24	Шпилка:2	Отклонител:1	1
Mate:25	Отклонител:1	Шайба:5	3
Mate:26	Шпилка:2	Шайба:5	2
Mate:27	Шайба:5	Гайка:5	3
Mate:28	Шпилка:2	Гайка:5	2

Фиг.5 Отнемане на степени на свобода от всяко геометрично ограничение от инженерна гледна точка



Фиг.6 Автоматично генерирана разширена структурна схема въз основа на данните от фиг.5 (използван е Graphviz [8])

За експерименталните изследвания е създаден модел с Autodesk Inventor на сглобена единица “Помпа водоструйна” [6]. Идея за позиционирането на детайлите може да се получи от фиг.4а. На фиг.4б е показана структурата на сглобената единица, гледна точка “Сглобена единица”. Показани са и геометричните ограничения за позициониране, които са наложени към детайл “Корпус”.

На фиг.5 е показана инженерно ориентирана гледна точка на позиционирането на детайлите в сглобената единица. Посредством направената програмна реализация в средата на Autodesk Inventor се въвежда инженерното тълкуване на въведените математически геометрични отклонения за позициониране. Информацията в таблицата посочва какви са действителните геометрични връзки в разглежданата сглобена единица.

Фиг.5 всъщност представлява разширената структурна схема [7] на сглобената единица, представена в текстов вид. Тази информация може да се визуализира автоматично. Това е направено

на фиг.6 с помощта на програмния пакет Graphviz [8].

Анализ на експерименталните резултати

Въвеждането на инженерно ориентирана информация за действителните геометрични връзки между компонентите в механична сглобена единица повишава реалността на компютърния модел и улеснява провеждането на инженерни анализи. В частност автоматично може да се генерира разширената с базирането на детайлите структурна схема, която позволява да се прави анализ на начините за позициониране на детайлните.

Направената програмна реализация предполага първо създаване на CAD модела и след това въвеждане на инженерно ориентираната информация. Трябва да се посочи, че не винаги използваните математически ограничения за позициониране може да се свържат с действителните геометрични връзки в сглобената единица. Поради това, при използване на този

подход математическите ограничения, които се налагат за позициониране на компонентите, трябва да бъдат съобразени с действителните геометрични връзки. Посоченото обстоятелство затруднява в известна степен работата на конструктора, но от друга страна го принуждава да прави анализ на позиционирането на компонентите в сглобената единица. Като краен резултат може да се очаква повишаване на качеството и надеждността на конструкцията.

Изводи и заключение

Резултатите от изследванията имат приложение в следните области:

- при конструиране на механично изделие: Замяната на математическите с инженерни ограничения насочва вниманието на конструктора към функционалните изисквания при базирането на детайлите в сглобената единица. Това е предпоставка за повишаване качеството на конструираното изделие.
- при анализ на модела на сглобената единица: Разширяването на CAD модела на сглобена единица с инженерна информация за действителните геометрични връзки между детайлите повишава нивото на автоматизация и точността на следващите анализи.

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са финансирани от Вътрешния конкурс на ТУ-София-2008 г.

Автор:

доц. д-р Петър Викторов Горанов, Технически университет - София

Литература

1. Autodesk Inventor 2008, Getting started, San Rafael, CA, Autodesk, Inc., 2007, p.309.
2. Park J., M. Chung and K. Lim, Acquisition of assembly constraints without redundancies. IEEE International Conference on Robotics and Automation, Vol. 2, 1993, pp. 69-74.
3. Kim J., K. Kim, J. Lee and J. Jeong, Generation of assembly models from kinematic constraints. - The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 26, 2005, pp. 131-137.
4. Горанов П., А. Стоев, Нов подход за моделиране на сглобена единица в CAD, "АДП 2008", Сборник доклади, стр.370-376, ISSN 1310-3946.
5. Балакшин Б., Теория и практика технологии машиностроения, книга 2, Основы технологии машиностроения, Москва, Машиностроение, 1983, стр.326.
6. Техническо чертане, Ръководство за упражнения – машинни специалности, под ред. на С. Русева, ВИММЕС - Русе, 1977г.
7. Stoev A., P. Goranov, Modelling of mechanical assembly structure in CAD environment using Theory of basing, RECENT, Vol.8 (2007), nr.1 (19).
8. <http://www.graphviz.org/>

TOWARDS ENGINEERING GEOMETRICAL MODEL OF MECHANICAL ASSEMBLY

Petar Goranov

The contemporary CAD systems offer raw geometrical constraints. As result, the assembly model usually becomes over constrained and drifts far from reality. Here is introduced a new approach for CAD assembly modelling – the assembly model is created by defining how the DOF of parts are taken. The use of proposed approach allows to build more realistic assembly model and to increase the accuracy of following engineering analyses such as stack-up analysis.

Key words: schemes of basing, mechanical assembly, engineering geometrical model

Doc. Peter Goranov, PhD, Technical University - Sofia

КОМПЛЕКСЕН ПОДХОД ЗА МОДЕЛИРАНЕ НА РАЗМЕРНИТЕ СТРУКТУРИ НА МЕХАНИЧНИ ИЗДЕЛИЯ И ТЕХНОЛОГИЧНИ ПРОЦЕСИ ЗА МЕХАНИЧНА ОБРАБОТКА

Атанас Стоев

atstoev@tu-sofia.bg

В доклада са разгледани някои основни принципи на формиране размерната структура на механични изделия и технологични процеси. Моделирането на тези структури може да бъде постигнато чрез използване на теорията на графите. Накратко е описан моделът на размерните връзки, които се образуват при проектиране на технологичния процес. Въз основа на този модел, са разработени няколко ефективни алгоритъма за синтез и анализ на размерната структура, съответстваща на технологичните маршрути за механична обработка.

Ключови думи: база, граф, размерна структура

ВЪВЕДЕНИЕ

Геометричната точност на механичните изделия е в основата на цялостното им качество. Произтичащите от служебното им предназначение точностни параметри трябва да се задават обосновано, на базата на задълбочен анализ на функциите на изделието. На този етап се използват различни методи – аналитични, евристични, експертни и др. Съществен проблем е достигането на заложените в конструкцията точностни изисквания и във всички случаи е полезно да се разполага с подходящо организирана информационна среда и методика за неговото решаване.

В доклада се предлага разработване на комплексна система за осигуряване геометричната точност на механични изделия, обхващаща:

- обосновано задаване на точностните параметри, което да се постига не само чрез анализ собствено на конструкцията, но и чрез обвързване с възможностите за реализацията ѝ. Това е естествен резултат от работата на двете основни подсистеми за размерен анализ – конструкторски и технологичен;

- размерен анализ на изделието за решаване на всички задачи, свързани с геометричната му точност. В резултат на работата на тази подсистема след анализа на размерната структура на изделието и пресмятане на съответните размерни вериги имаме функционално оразмерени детайли;

- размерен анализ на технологичните процеси за производство на детайлите на изделието, с което се гарантира точността на всички функционални размери. Тази подсистема осигурява и възможност за структурна оптимизация, генерирайки множество допустими по точност варианти на маршрута на обработка;

- информационно осигуряване на системите за размерен анализ, поддържано от специализирана база данни, съдържаща преди всичко актуална информация за точността на разполагаемото технологично оборудване, необходимата справочна информация, всички задължителни (стандартни) норми на точност, както и архив на резултатите от изпълнение на отделни проекти.

ИЗЛОЖЕНИЕ

РЕАЛИЗАЦИЯ НА СИСТЕМАТА –ПРОБЛЕМИ И ПЕРСПЕКТИВИ

На дадения етап разработването на комплексна система за осигуряване на геометричната точност на механичните изделия с посочения по-горе обхват не е проблем. Натрупан е достатъчно опит в тази област и най-удачните реализации са на базата на персонални компютри, които стават все по-достъпни, а ресурсите им по отношение на памет и бърздействие са повече от достатъчни. Извършването на прецизен и всеобхватен размерен анализ вече се лимитира не от възможностите на компютрите, а зависи все

повече от наличието на актуална информация за стойностите на точностните параметри на конструкциите и технологичното оборудване. Очевидна е необходимостта от изграждане на единна информационна среда, като се отчитат, както потребностите на системата за размерен анализ, така и специфичните условия на конкретните реализации.

Рязко порасналите възможности на компютрите по отношение на памет и бързодействие дават възможност за реализирането на все по-сложни, но и по-съвършени модели на размерните структури.

Накратко за модела на размерните връзки на сглобените единици [1]: той осигурява необходимото ниво на абстракция, позволяващо системата за конструкторски размерен анализ да се изгражда и развива при наличието на едно относително инвариантно ядро, осигуряващо идентификация и анализ на размерната структура, в резултат на което се разкриват всички необходими размерни вериги за анализиране монтажните параметри. Размерната структура се представя като обединение на специални натоварени неориентирани графи. Множествата върхове на тези графи съответстват на множеството повърхнини, линии и точки, положението на които се определя от размерната структура, а множествата ребра съответстват на множеството размери на сглобената единица. Многообразието на размерните връзки - наличието на различни видове размери – линейни, ъглови, линейно-ъглови, се отчита от натоварването на ребрата на графа. Количествените характеристики на размерите – номинал, допуск, отклонения и др. се явяват натоварвания на върховете и ребрата.

Един нов подход за моделиране на размерната структура в CAD системите е предложен в [4]. Структурната схема се натоварва с допълнителна инженерна информация, включваща схемите на базиране на детайлите, съобразно Теория на базирането. Тази инженерна информация се използва в последващите етапи на геометрично оформяне на компонентите и създаването на CAD модела на сглобената единица. Предложеният подход позволява разработване на модел на размерната структура, интегриран в CAD модела с оглед решаване на по-широк кръг задачи на размерния анализ, без да е необходимо допълнително да се въвежда

информация с цел идентифициране на размерните връзки.

По-подробно ще разгледаме модела на размерните връзки на технологичните процеси за обработка на детайлите.

Основа за разработката на модела се явява еднозначната връзка между варианта на базиране и размерната структура на технологичния процес.

Размерната структура, на която съответства точно определен вариант на базиране, се съдържа в системата от възможни размерни връзки на технологичния процес. Системата от възможни размерни връзки, от своя страна, се състои от една условно постоянна компонента и от една променлива компонента. Постоянната компонента е еднаква за всички размерни структури (варианти на базиране) и включва размерите на заготовката, размерите на детайла и размерите на прибавките, които трябва да се снемат от всяка повърхнина за да бъде достигнато заложеното в чертежа качество (микро- и макрогеометрия). Променливата компонента се състои от възможните технологични размери, формирани по принципа “база – обработваема повърхнина”. Именно променливата компонента се явява основа за вариантността на технологичния процес – тя съдържа множеството комплекти бази и всички технологични (операционни) размери.

В модела структурата на системата от възможни връзки е определена като

$$S = \langle M, W \rangle$$

$$M = K \cup V$$

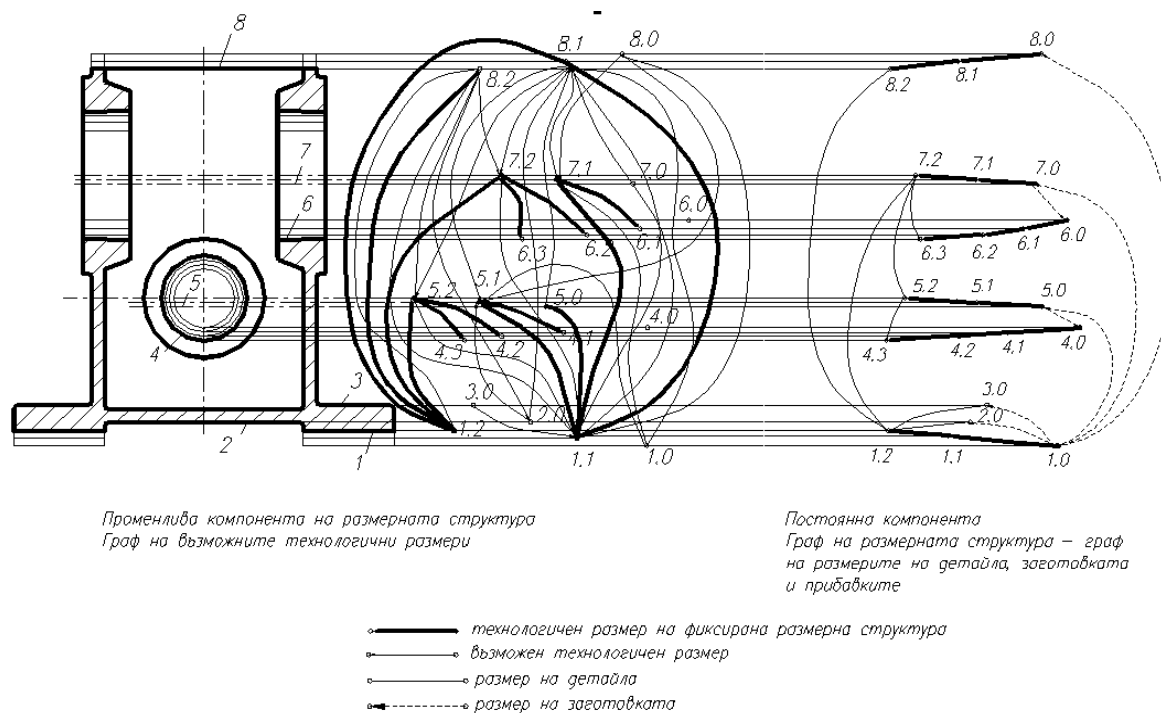
$$W = W_d \cup W_z \cup W_p \cup W_t,$$

където:

M – носител на структурата, състоящ се от множеството K възможни комплекти бази и множеството V елементи на формата, участващи в технологичния процес;

W - Сигнатура на структурата, съставена от множествата: линейни и ъглови размери на детайла W_d и заготовката W_z ; на възможните технологични размери W_t ; на размерите на прибавките W_p .

Дискретният характер, както свойствата и отношенията на елементите на структурата $S = \langle M, W \rangle$, позволяват тя да бъде представена като обединение от специални натоварени графи (Фиг. 1), множествата върхове на които са определени на носителя M , а множествата дъги и ребра – на сигнатурата W .



Фиг.1 Диаграма на графа на размерната структура на технологичен процес

Основа на структурата от възможни размерни връзки се явяват две множества елементи: множеството възможни технологични бази V_b и множеството възможни технологични размери W_t . За всички елементи на формата се определя свойството “технологична база от определен вид”. На основата на това свойство се формират тройки елементи на формата, образуващи комплекти технологични бази. Тези тройки образуват множеството върхове K на графа комплекти бази $G_k = \langle K, W_k \rangle$.

По принцип е възможно формално определяне на елементите на множеството K , като се използват принципите на теорията на базиране и се отчитат ограниченията от конструктивно-технологичен характер. Опитът показва, че определянето на множеството възможни комплекти е най-ефективно в диалогов режим, като допустимостта на формално съставените комплекти се оценява допълнително от специалиста. С това се отчитат, както ограниченията от общ (принципен) характер, така и ограниченията, наложени от спецификата на разполагаемото технологично оборудване.

Множеството възможни технологични размери W_t се получава от обединяването на списъците възможни технологични размери, съставяни за всяка технологична база. От него се отделя подмножеството W_b , определящо размерните връзки между технологичните бази. От елементите на така образуваното множество W_b се формират тройки размери, които се разглеждат като връзки (дъги) на графа $G_k = \langle K, W_k \rangle$, възможни комплекти технологични бази.

Така определеният ориентиран граф $G_k = \langle K, W_k \rangle$, съдържа всички възможни комплекти бази и отношение на наредба върху тях, определено от технологичните размери. От графа G_k се пораждаат всички възможни варианти на базиране. Алгоритъмът за пораждането им отчита следните съществени технологични закономерности:

1) Върху множеството комплекти бази в определен технологичен процес съществува строга частична наредба. С други думи, необходимо условие при формирането на възможен вариант на базиране е на множеството комплекти бази, от

които той се съставя да съществува поне едно отношение на строга частична наредба.

2) Множеството технологични бази, съдържащи се във дадения възможен вариант, трябва да позволяват снемането на всички прибавки и получаване на всички елементи на формата на детайла.

Генерирането на допустимите варианти на базиране на основата на описания модел се извършва на два етапа:

1. Пораждане на множеството възможни варианти на базиране

На този етап в графа на възможните комплекти бази се намират всички подграфи, с множество върхове и наредба, позволяващи пораждане на възможна структура технологични размери, т.е. снемане на всички необходими прибавки и получаване на повърхнините на детайла.

При определяне на възможните варианти на базиране се отчитат две отношения на наредба, явяващи се основни закономерности на размерната структура на технологичния процес:

- отношението “база – обработваема повърхнина”, пораждащо дървовидна наредба на множеството от технологични размери;

- отношението на линейна наредба на прибавките за всяка повърхнина.

Освен това, размерната структура на технологичния процес никога реално не съществува в пълен вид, тъй като елементите на формата (повърхнините, осите и точките), както и размерите, които ги координират се създават и унищожават в определена последователност от началото на технологичния процес до завършването му.

При разработване на алгоритъма за определяне на възможните варианти на базиране

се отчитат посочените закономерности, както и следните технологични ограничения:

- Ограничения, наложени от необходимостта от съвместна обработка на повърхнините;

Поради технологични съображения, диктувани от спецификата на конкретния технологичен процес сред множеството повърхнини, получавани при обработката на детайла, могат да се отделят групи от повърхнини, които е целесъобразно да бъдат обработени съвместно от един комплект бази.

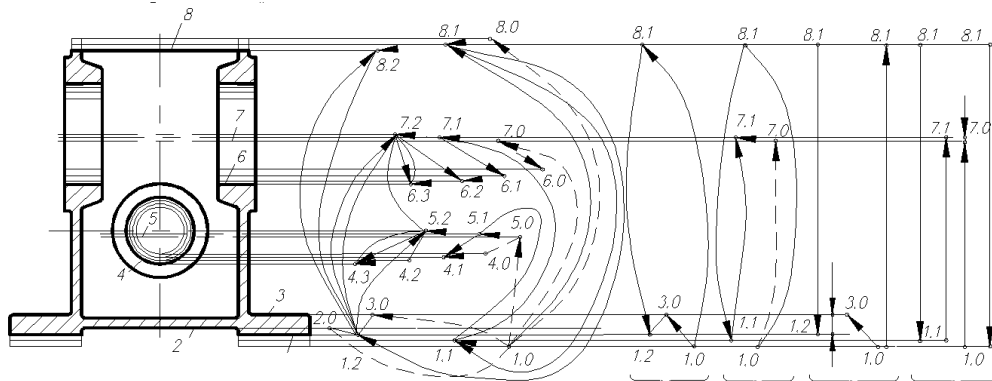
Това са повърхнини, образувани едновременно или последователно с такива инструменти като: свредла, зенкери, комбинирани инструменти, или повърхнини, които на разполагаемото оборудване е удобно и целесъобразно да се обработват съвместно.

- Ограничения, наложени от разделянето на технологичния процес на етапи от химико-термични процеси.

Отчитането на посочените ограничения не само обективизира получаваните от алгоритъма резултати, но и рязко намалява броя на възможните варианти на базиране, генерирани на този етап.

2. Определяне на множеството допустими варианти на базиране.

На този етап се реализира принципа “синтез чрез анализ”. За всеки възможен вариант, определен на първия етап се формира съответстващата му пълна размерна структура на технологичния процес за извършване на размерният му анализ [2]. Намират се и се решават съответните технологични размерни вериги със затварящи звена размер на детайла (или друг точностен параметър на технологичния процес, ако това е необходимо).(Фиг.2.)



Фиг.2. Размерни вериги със затварящо звено размер на детайла и

Анализираният възможен вариант се приема за допустим тогава, когато съответстващата му размерна структура позволява получаването на годем детайл, т.е. всички размери на детайла са в границите на допускателен от конструктора.

Описаният метод се явява развитие на идеите на автора за активно прилагане на апарата на размерния анализ при проектирането на технологичните процеси [3]. При автоматизираното проектиране използването на предложения подход създава условия, както за автоматизирано генериране на варианти, така и за прилагане на точни количествени критерии за определяне допустимите варианти на структурата на процеса, а следователно – обективна база за структурна оптимизация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изграждането на единна система за размерен анализ, както на конструкциите на произвежданите изделия, така и на технологичните процеси за производството им и осъществяването на информационна връзка между отделните етапи (с цел реализирането на глобална итеративност в процесите на техническа

подготовка и производство на изделията) ще гарантира достигането на задаваните точностни показатели, като ги обвърже с технологичните възможности на оборудването.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стоев А., Бр. Сандалски, С. Иванов
Комплексна система за автоматизация на точностното оразмеряване, Машиностроение 2-3, 1992.
2. Матвеев В. В. и др. Размерный анализ технологических процессов, Москва, Машиностроение, 1982.
3. Стоев А.С. Выбор варианта базирования и размерный анализ при автоматизированном проектировании технологических процессов механической обработки деталей, Автореферат дисс. на соискание уч. ст. ктн, Москва, 1979.
4. Stoev A., P. Goranov, Modelling of mechanical assembly structure in CAD environment using Theory of basing, RECENT, Vol.8 (2007), nr.1 (19).

Автор:

Доц. д-р Атанас Стоев Стоев, Технически университет - София

A COMPLEX APPROACH FOR MODELING DIMENSIONAL STRUCTURE OF MECHANICAL PRODUCTS AND TECHNOLOGICAL PROCESSES

Atanas Stoev

In this paper we review some basic principles of dimension structure formation in the mechanical products and technological processes. The modeling of these processes can be achieved by using the tools of the mathematical graph theory. We briefly describe a model of the dimension links, which occur in planning of a technological process. Based on this model, we develop a number of efficient algorithms for synthesis and analysis of the dimension structure, corresponding to the technological routes for mechanical processing.

Key words: base, graph, dimension structure

Assoc. Prof. Atanas Stoev, PhD - Technical University - Sofia

АНАЛИЗ НА БАЗИРАНЕТО НА ДЕТАЙЛИТЕ В МЕХАНИЧНИ КОНСТРУКЦИИ

Елена Тодорова
etodorova@tu-sofia.bg

При създаване на CAD модел на механични сглобени единици се използват математически геометрични ограничения за позициониране на съставните елементи. Много често те не съответстват на действителните механични връзки между детайлите. Използването на основните принципи от Теория на базирането на детайлите позволява създаване на по-реалистичен модел на изделието. Тук се анализират някои характерни механични конструкции с цел да се формулират инженерни геометрични ограничения, които дават възможност да се изрази функционалното предназначение на детайлите.

Ключови думи: схеми на базиране, сглобена единица, геометрични ограничения за позициониране

Увод

Конструирането на механични изделия предполага спазването на фундаменталните принципи на Теория на базирането на детайлите. Независимо, че по принцип обхваща целия жизнен цикъл на механичното изделие, Теория на базирането е разработена предимно за целите на технологичния процес [1]. Основно се разглежда базирането на заготовката в процеса на нейното обработване. При това се предполага, че заготовката е базирана по подходящ начин и са отнети всички степени на свобода. Геометричните връзки между детайлите в сглобената единица са по-сложни, което предполага и по-сложно базиране на детайлите.

В съвременните CAD системи моделът на сглобената единица се създава като се налагат геометрични ограничения за позициониране на детайлите. Тези ограничения са математически и целят отнемане на всички степени на свобода. Това води много често до преограничаване на модела, което може да създаде в последствие проблеми при разработване на технологичния процес.

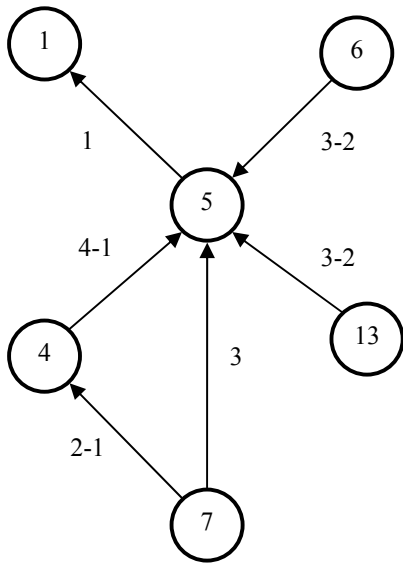
Механичният интерфейс има две части – позициониране и закрепване. Тук се прави анализ само на първия аспект – позиционирането. Закрепването се осъществява посредством подходящо конструктивно решение и излиза извън рамките на настоящата работа.

Целта на настоящото изследване е формулиране на инженерно-ориентирани геометрични ограничения, които да заменят математическите ограничения за ориентиране, използвани от съвременните CAD системи. Схемите на базиране на детайлите, предложени от Теория на базирането, биха могли да опишат позиционирането (базирането) на детайлите в сглобената единица. Заедно с това съществуват и по-комплексни връзки между детайлите, определянето на които от страна на конструктора и въвеждането им в CAD модела би повишило нивото на реалистичност на модела.

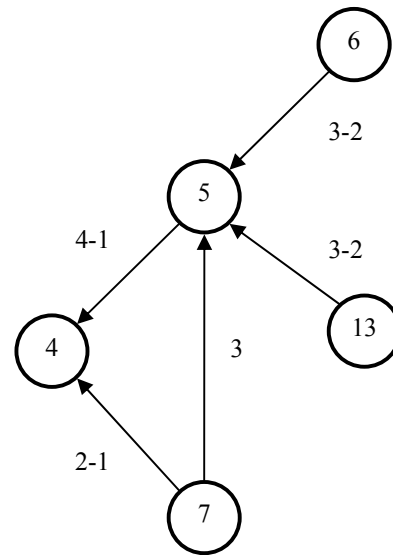
Основни принципи в Теория на базирането

Под базиране се разбира придаване на определено положение на детайла спрямо координатна система. Теоретично базирането е свързано с отнемането на шестте степени на свобода на детайла.

В Теория на базирането се приема, че базите на детайла дефинират неговата координатна система, която се ориентира спрямо предварително зададена координатна система. При създаване на CAD модел на механично изделие се работи с геометрията на детайла, при което той се ориентира интерактивно спрямо другите детайли. Поради това тук няма да се дефинират изрично координатните системи на детайлите, а под базиране ще се разбира ориентирането на детайла спрямо другите детайли в рамките на сглобената единица.



Фиг. 2 Базиране на детайлите в „Цилиндър пневматичен”



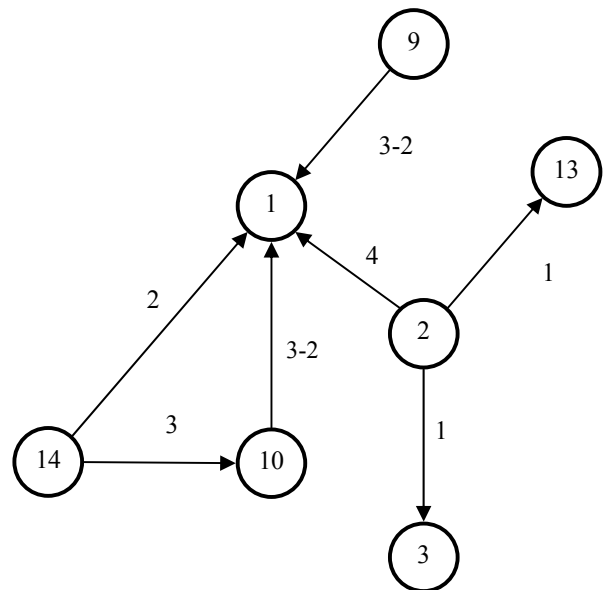
Фиг. 3 Базиране на детайлите в сглобена единица от по-ниско ниво от изделието „Цилиндър пневматичен”

Сравняването на фиг.2 и фиг.3 показва промяна на базирането на Прът бутален поз.4 и Бутало поз.5: в първия случай Буталото има спомагателни бази, а Прът бутален – основни бази; във втория - Буталото се базира върху пръта (Прът бутален има основни бази, а Буталото – спомагателни бази).

Разгледаните различия се дължат на различните гледни точки към структурата на изделието [3]. Разделянето на сглобената единица на сглобени единици от по-ниско ниво е свързано с технологичния процес на производство на изделието (схема на сглобяване). Разглеждането на геометричните връзки в цялото изделие е свързано с функционалното предназначение на детайлите и изразява гледната точка на конструктора. По-подробно обсъжданият проблем е разгледан в [4].

На фигура 4 е показана част от разширената със схеми на базиране структурна схема на “Стиска бутална пневматична” (Фиг. 5).

Схемата на базиране на Рейка прът поз.2 е 4-1-1. Четирите степени на свобода се отнемат от Корпуса поз.1, като базата е дълга цилиндрична повърхнина. Базиращата дълга цилиндрична



Фиг.4 Базиране на детайлите в сглобената единица от фиг.5

повърхнина в Корпуса е съставена от две части, които поотделно представляват дълги цилиндрични повърхнини. Тук са възможни два случая:

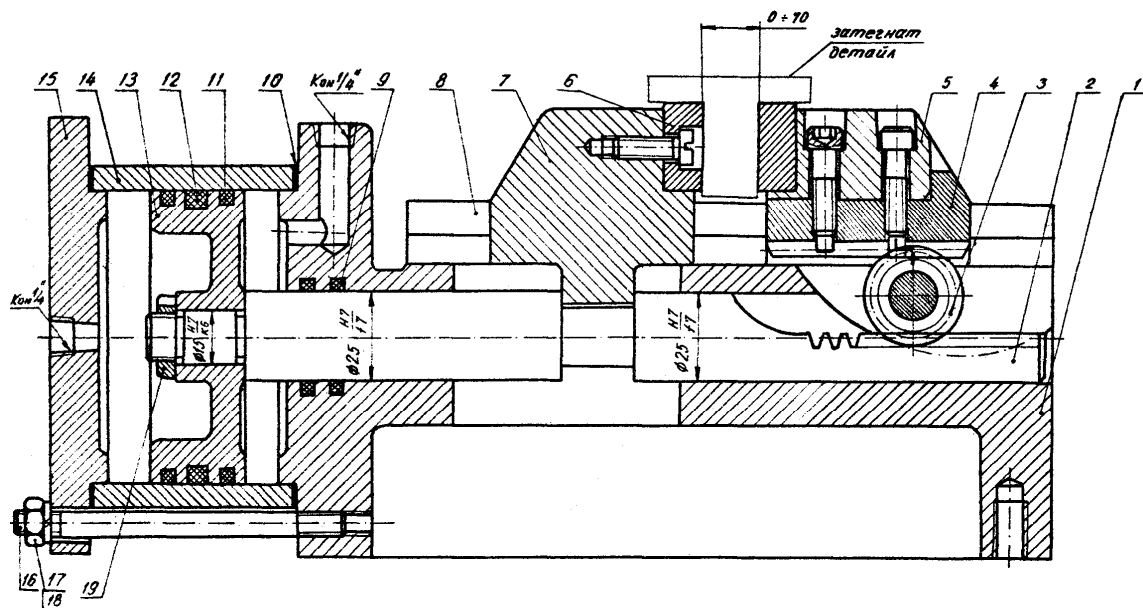
– Двете цилиндрични повърхнини представляват части от една и съща цилиндрична повърхнина (двете цилиндрични повърхнини всъщност представляват един геометричен признак, който в последствие е пресечен от друг геометричен признак);

– Двете цилиндрични повърхнини са независими (представляват два геометрични признака).

Очевидно е, че за правилното функциониране на сглобената единица, е необходимо да се наложат изисквания за точността на базиращите

повърхнини. В първия случай при посочване на една от разглежданите цилиндрични повърхнини, автоматично се включва и втората повърхнина (понеже това са части от един и същ геометричен признак). Във втория случай е необходимо изрично да се укаже, че базата представлява съвкупност от двете цилиндрични повърхнини, понеже те да два различни геометрични признака.

На фигура 6 е представена основната проекция на чертеж на “Приспособление за захващане на прътове с $\varnothing 19$ ”.



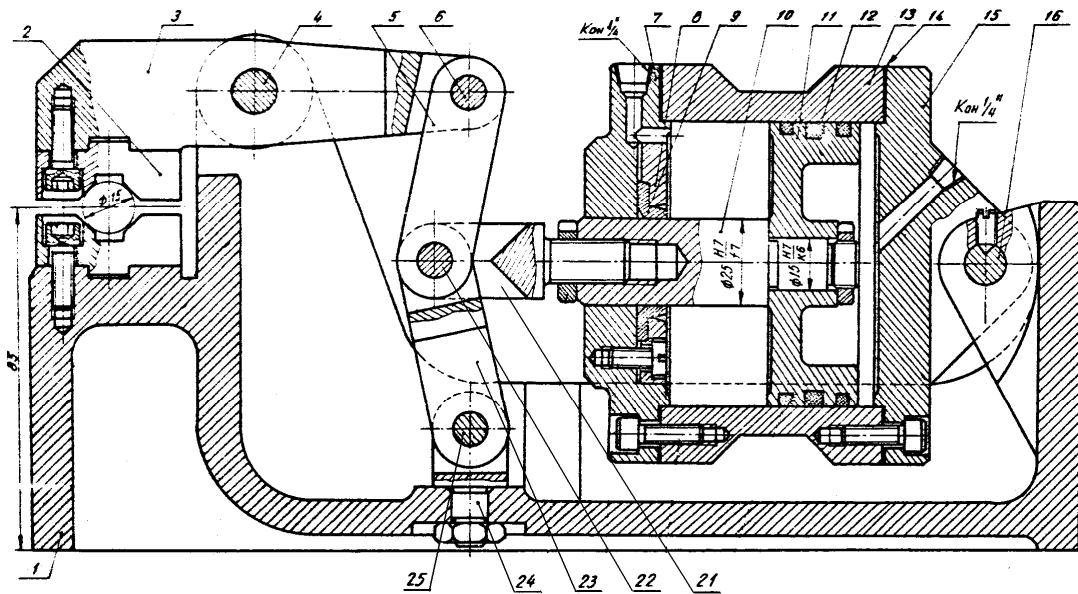
Фиг. 5 Точностни изисквания към повърхнините (“Стиска бутална пневматична”)

Част от разширената структурна схема със базиране на детайлите е показана на фигура 7. Особеното в разглежданата конструкция е базирането на Звено поз.5, Обица поз.23 и Ос поз.22. Ориентацията както на Звеното, така и на Обицата не може да се определи самостоятелно. Ориентацията на двата детайла е взаимно свързана. Понеже Звеното и Обицата са свързани с Оста, на схемата на фигура 7 едната степен на свобода на Оста е разделена между Звеното и Обицата.

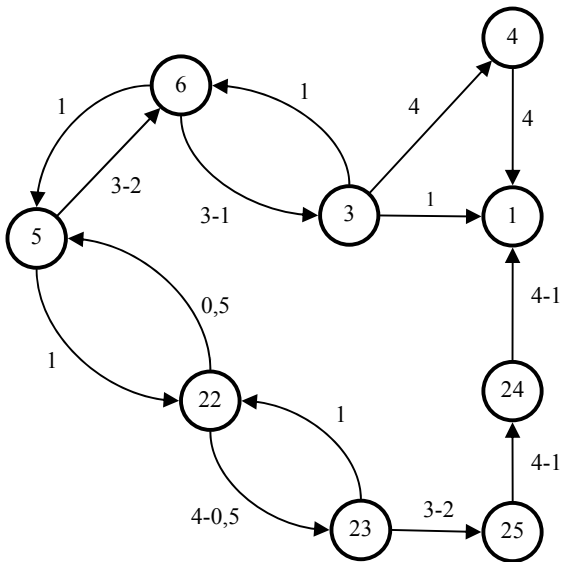
Схемата на базиране на Оста поз.6 от технологична гледна точка е 4-1 (едната степен на

свобода – въртене около оста си – не е отнета). От конструктивна гледна точка положението в пространството на Оста не се определя напълно от Лоста поз.3, понеже той има една степен на свобода (въртене около Ос поз.4). От конструктивна гледна точка базирането на Оста поз.6 в Лоста по дълга цилиндрична повърхнина отнема 3 степени на свобода, а едната степен на свобода се отнема от Звеното.

При някои механизми изпълнителните органи могат да заемат различни положения. Например Компресорът представлява механизъм, който има една степен на свобода. Буталото поз.12 и



Фиг. 6 Взаимно свързана ориентация (“Приспособление за захващане на прътове с $\varnothing 19$ ”)



Фиг. 7 Базиране на детайлите в сглобената единица от фиг.6

свързаните с него детайли могат да заемат произволно положение в рамките на съществуващата степен на свобода. Техническият чертеж обикновено се създава при общоприети положения на механизма (долно или горно разположение на Буталото). Положението на механизма трябва да се задава посредством допълнителна геометрична връзка. Допълнителното ограничение обаче трябва да е в сила само когато се създава техническия чертеж, понеже в действителност то не съществува.

На фигура 8 е даден чертеж на “Приспособление за накатка на направляващи”. На фигура 9 е показана част от разширената със схеми на базиране структурна схема. На Сектор зъбен поз.9 са отнети всички степени на свобода.

Схемата на базиране на Сектор зъбен е 4-1-1: базиране върху дълга цилиндрична повърхнина на Палец поз.31; Пръстенът поз.5 отнема транслацията в направление на оста на симетрия. Последната степен на свобода (завъртане около оста на симетрия) се отнема от Колело зъбно поз.2. Трябва да се има предвид, че зъбната двойка има предавателно отношение, различно от 1, което трябва да се отрази в геометричния модел, за да се получи необходимата

описание на конструктивната гледна точка към структурата на механична сглобена единица е необходимо да се формулират допълнителни схеми на базиране, които дават възможност да се изрази функционалното предназначение на отделните детайли.

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са финансирани от Вътрешния конкурс на ТУ-София-2008 г.

Литература

1. Балакшин Б., Теория и практика технологии машиностроения, книга 2, Основы технологии

Автор

гл.ас.д-р Елена Ангелова Тодорова, Технически университет – София

- машиностроения, Машиностроение, Москва, 1982.
2. Ръководство по техническо документиране, Русе, 1985.
3. PDM and SCM - similarities and differences, The Association of Swedish Engineering Industries, 2001, p.181.
4. Stoev A., E. Todorova, P. Goranov, Generalized topological model of the structure of mechanical assembly, Proceedings of the third international conference on “Challenges in higher education and research in the 21st century, Vol. 3, Edited by N. Kolev and L. Dimitrov, Heron Press Ltd., 2005, pp. 227 230.

ANALYSIS OF DETAILS BASING IN MECHANICAL STRUCTURES

Elena Todorova

In creating CAD models of mechanical assemblies used mathematical geometric constraints for placement of components. Very often they do not match the actual mechanical connections between parts. Using the basic principles of the Theory of basing on the details allows the creation of a more realistic model of the device. Here are some typical analyze mechanical structures in order to formulate engineering geometric constraints that allow the express purpose of the functional parts.

Key words: schemes based, assembled unit, geometric constraints positioning

Ass. Prof. Elena Angelova Todorova, PhD - Technical University - Sofia

ПОДХОД ЗА 3D МОДЕЛИРАНЕ И УСКОРЕНО ДОКУМЕНТИРАНЕ ПРИ ПРОЕКТИРАНЕ НА ИЗДЕЛИЕ В CAD СРЕДА

Милчо Георгиев
mtge@tu-sofia.bg

В работата се предлага един подход за тримерно моделиране и ускорено документиране при проектиране на изделие в CAD среда с оглед постигане на модел на изделие, който да позволява корекции и видоизменение и същевременно постигане на единна документация

Ключови думи: CAD, подход за тримерно моделиране, техническа документация

Увод

Съвременните тенденции породени от навлизането на CAD системите в инженерното проектиране налагат разработване на подходи за моделиране и документиране с оглед ускоряване на процеса на проектиране. Научната и приложната дейност се ориентира в насока на автоматизиране и ускоряване на процеса на проектиране на техническите обекти.

Анализът на постигнатото от направения обзор и състояние на проблема, показва че при типизирането на изделията съществуват множество еднотипни детайли и елементи от детайли, както и елементи от сглобени единици.

Изпълнението на едно място на база данни, съдържаща стандартизирани скрепителни елементи и съединения между тях, типизирани детайли, както и елементи от детайли участващи в сглобяването със стандартни детайли като лагери, шпонки, щифтове и др. такива, ще позволи ускоряване на процеса на конструиране и изпълнение на сглобени единици от 1 и 2 ниво, а оттам и на изделия, представляващи съвкупност от сглобени единици. Такива типизирани елементи са: ролки, вилки, планки, фланци, оси, краища на оси и валове и др. Описанието на този тип елементи може да се извърши чрез определяне на основните геометрични параметри, които да се задават при вмъкване в чертежа на сглобената единица на съответния детайл. Присъединяването им ще се извършва по повърхнините образуващи съответните челни и цилиндрични съединения.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Създаването на един „Подход за тримерно моделиране и ускорено документиране при

проектиране на техническо изделие в CAD среда” е породено от тенденцията за навлизане на CAD системите в инженерното проектиране и необходимостта от систематизиран подход на работа с виртуален модел на инженерно изделие, типизиране на инженерните обекти по отношение на геометрията, тяхното техническо документиране и систематизиране на база данни за инженерни обекти и техните съставни части.

Навлизането на компютърната техника в областта на конструирането на изделията и развитието на програмните системи налага нови аспекти в процеса на конструиране с оглед постигане на търсеното решение. Този процес налага отчитането на съществуващите предходни решения и на решенията извършени при разработване на сродни изделия.

Процесът на търсене на решение може да се опише с блок-схемата дадена на фиг.1. С дефиниране на конструкторската идея за обекта, се създава скица на обекта, която да отчита конструктивните ограничения и съществуващия опит на конструктора. В резултат на тази скица и решения за дизайн на обекта се създава 3D модел на обекта. Този 3D модел е необходимо да се провери по отношение на геометричните параметри и връзки и по отношение на необходимите статични динамични и честотни характеристики. Това предполага провеждането на съответни изчисления и следваща корекция на 3D модела [7,9]. След окончателното изясняване на формите и характеристиките на обекта се изпълнява 2D чертеж за целите на документирането и производството на конструирания обект [7,9]. При необходимост се

извършва генериране на код за обработка на машина с цифрово-програмно управление.

С оглед оптималност на конструкцията се налага проиграване на варианти на 3D модела, така че да се отчетат геометричните характеристики на обекта и влиянието на

отделните елементи на формата върху статичните и динамичните характеристики на системата [9]. Това може да реши чрез използване на програмните системи за анализ по методите на крайните елементи върху създадените 3D модели на сглобената единица и на съставните детайли.



Фиг.1

През последните няколко години 3D концепцията за конструиране се наложи като предпочитана при разработване на механични конструкции. Съвсем естествено това стана в резултат на развитие на компютърните системи и съвременните CAD софтуерни продукти.

Присъединяването на детайлите по контактните им повърхнини, определя първия етап на конструирането. Изборът им като геометрия (конфигурация) и размери най-често е на база предварителни ориентировъчни пресмятания и конструкторски опит.

В този вид детайлите представляват абстрактни модели – по скоро геометрични или кинематични, отколкото материални. Връзките между функционалните повърхнини могат да бъдат схематично отразявани и показват само геометричната неизменяемост и относителна координация (даже не точно каква е тя, а само че има такава). Така материалният обем на детайла до тук се интерпретира като предназначен за да се изработят (материализират) тези функционални повърхнини – все едно само да ги носи.

Този първоначален конструктивен скелет е база за оформянето на детайла съобразно силовите – статични и динамични работни условия. Така може да се започне оптимизиране и на нефункционалните повърхнини с отчитане на конструкцията и техните предназначения.

Въпросът обаче е, че тези повърхнини са граница на материалните обеми, които трябва да са с необходима (от якостни и динамични условия) и постижима (от технологични условия) геометрия. Все едно при обработване по тези повърхнини детайлът взаимодейства (контактува)

с инструмента, т.е. тези повърхнини са и технологични. За тези функционални повърхнини поне в технологичен смисъл, може да се определи геометрията им, съобразно подобни принципи от гледна точка на технологията на обработка.

Тогава с отчитане и на експлоатационните условия, детайлът следва да се интерпретира като съвкупност от обеми, формообразуващи общо материално пространство. контурите на отделните обеми като разновидност и конфигурация (геометрия) следва да “вършат работа” и да са постижими. Това означава, че могат да се опишат първо чрез необходимата (изчислителна) аналитична форма на база съответния модел. След това се правят съответните апроксимации с цел оптимизиране по различни критерии.

Предлаганият подход на конструиране е от следните етапи, като се започва от вътре на вън:

- 1) Детайлът се създава с най-простата форма или прототипна такава. Уточняват се повърхнините на присъединяване, типа на уякчаващите елементи, начина на изработка и възможността за използване в друго изделие.
- 2) Извършва се силов анализ и се определят мащабните фактори за съответните обеми. Когато действителните или изчислителните силови величини не са известни, те се задават на базата на съществуващия опит.
- 3) Присъединяват се другите детайли към дадения. Изяснява се типът на съединенията и формите на възникващите взаимодействия. Чрез тях се извършва отново пресмятане и съответно доуточняване.
- 4) Процесът продължава докато се удовлетворят зададените условия.

5) Генерират се и се оформят съответните чертежи на сглобената единица и на съставните нестандартни детайли.

В процеса на формиране на конструкцията на изделието и съставните му части се спазват следните предпоставки:

- 1) Детайлът се интерпретира като просто звено.
- 2) Контактните повърхнини са зони на силово взаимодействие.
- 3) Машабният фактор позволява параметризирано да се определи опорната идеална форма на детайла. Понеже якостните характеристики не са линейни, то размерното уточняване на геометрията е итеративен процес.
- 4) При избрани съединения силовото взаимодействие между детайлите е ясно.

5) Неподвижно съединените детайли формират съставни звена при кинематичния и динамичния анализ.

6) Определят се условията на входа и изхода като се обхожда всяка конструкция.

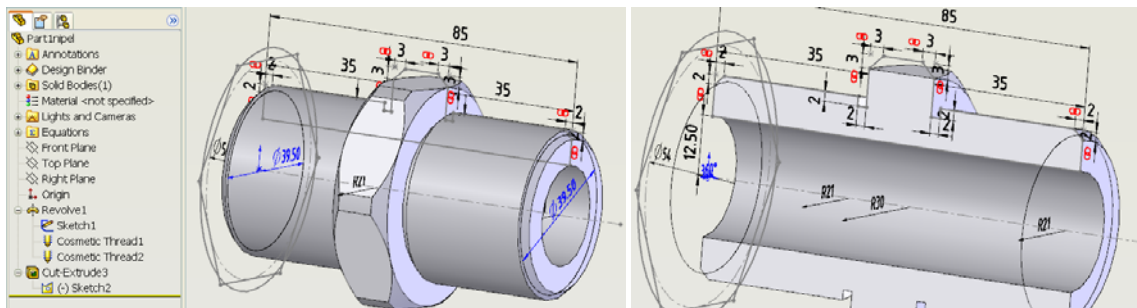
7) Тръгва се от звеното с максимално известни натоварвания. Така машабната корекция е минимална и процесът е най-бързо сходящ.

При така предлаганият подход за 3D структурно моделиране и изпълнение на сборен чертеж и детайлни чертежи на сглобена единица са в сила трактовките дадени в табл.1.

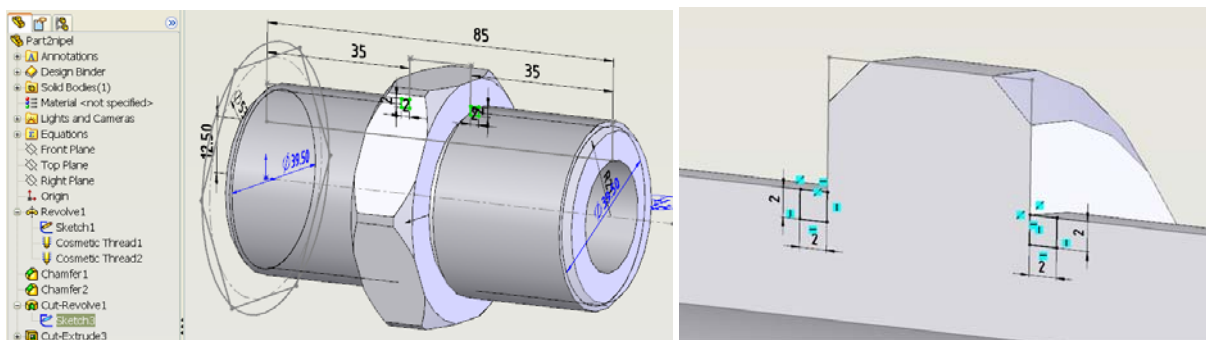
На фиг.2 е дадена вариантност на конструиране на типизирани детайли и оформяне на конструктивните им елементи като фазки и освобождаващи канали.

Табл.1

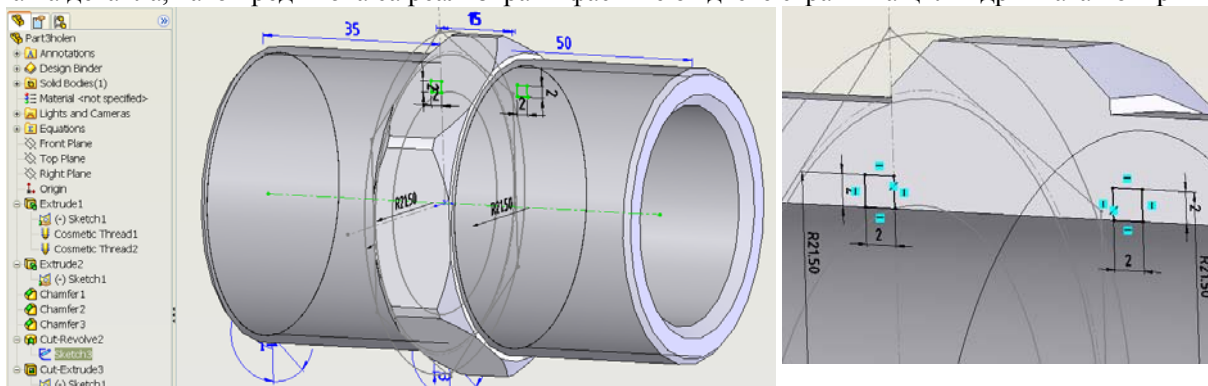
ОБЕКТ	ЗАДАВАНЕ И ОФОРМЛЕНИЕ	ТРАКТОВКА
Детайли, елементи от детайли	Проста или сложна форма	Звена
– Съединение неподвижно (между 2 детайла)	Контактни повърхнини, скрепителни елементи	Приложна област на силов фактор
– Съединение подвижно (между 2 детайла)	Контактни повърхнини, ограничителни елементи, лагери	Кинематична двойца, приложна област на силов фактор
Детайли неподвижно съединени	Общ обем, контурна форма, скрепителни елементи	Звено
Корпус	Обем, контурна форма	Стойка



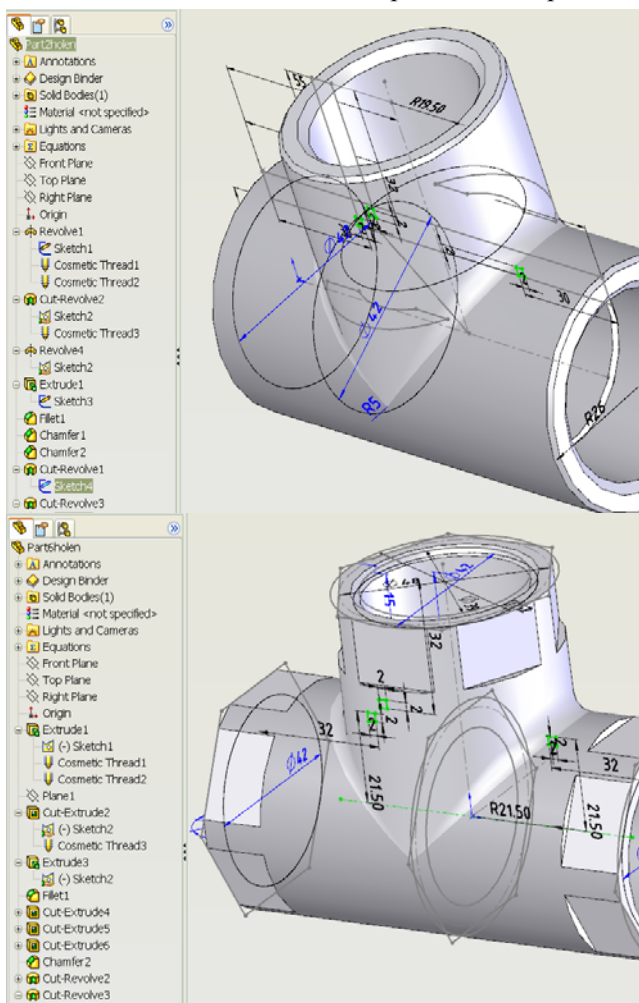
Фиг.2.1 Нипел А: Моделиране чрез дефиниране на контура на надлъжното сечение и ротиране спрямо оста на детайла. В контура на сечението се включват фаските в двата края на детайла и освобождаващите канали в края на външните цилиндрични резбови повърхнини. Скицата на сечението се формира на база размери. Шестостенът се дефинира с напречно сечение и отрязване чрез изтегляне по оста на детайла.



канал спрямо оста на детайла. Скицата на каналите се формира на база размери и позициониране на база съществуващи повърхнини. Шестостенът се дефинира с напречно сечение и отрязване чрез изтегляне по оста на детайла, като преди това са реализирани фаските от двете страни на цилиндричната повърхнина.

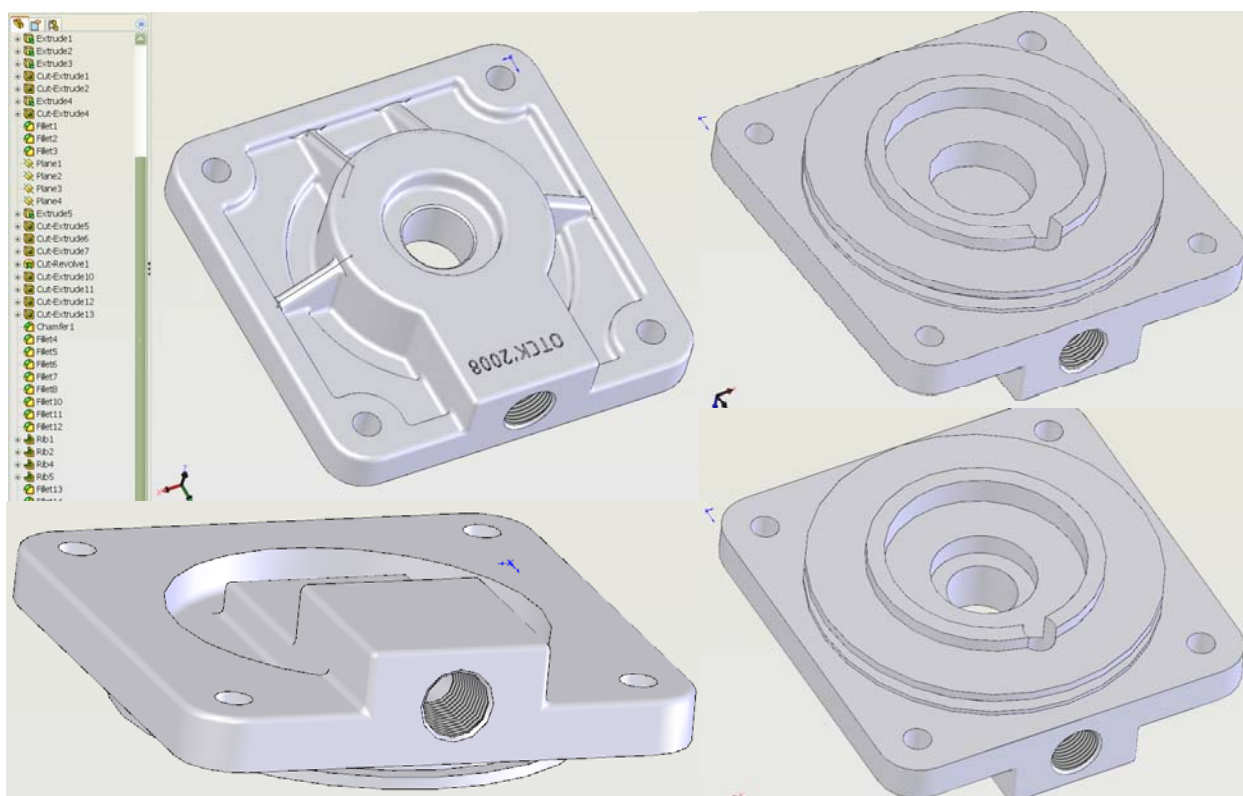


Фиг.2.6 Нипел В: Моделиране чрез дефиниране на контура на напречното сечение и изтегляне по оста на детайла. Фаските в двата края на детайла се реализират чрез скосяване, а освобождаващите канали в края на вътрешните резбови цилиндрични повърхнини чрез ротация на профилни сечения на канал спрямо оста на детайла. Скицата на каналите се формира на база размери и позициониране на база съществуващи повърхнини. Шестостенът се дефинира с напречно сечение и отрязване чрез изтегляне по оста на детайла, като преди това са реализирани фаските на цилиндричната повърхнина.



Фиг.2.7 Нипел Т: Моделиране чрез дефиниране на контура на надлъжното сечение и ротиране спрямо оста на детайла. Моделиране на контура на надлъжното сечение на третия край и завъртане спрямо неговата ос. Дефиниране на допълнително надлъжно сечение и завъртане спрямо оста за отрязване на отвора. Дефиниране на допълнително напречно сечение за запълване на прехода на тройника чрез изтегляне по оста. Фаските в крайщата на детайла се реализират чрез скосяване, а освобождаващите канали в края на вътрешните резби чрез ротация на профилни сечения на канал спрямо оста на детайла. Скицата на каналите се формира на база размери и позициониране на база съществуващи повърхнини.

Фиг.2.8 Нипел Т: Моделиране чрез дефиниране на контура на напречното сечение и изтегляне по оста на детайла. Дефиниране на напречното сечение на отвора и изтегляне по оста за отрязване на отвора. Моделиране на контура на напречното сечение на третия край и изтегляне по неговата ос до напречната цилиндрична повърхнина. Фаските в крайщата на детайла се реализират чрез скосяване, а освобождаващите канали в края на вътрешните резби чрез ротация на профилни сечения на канал спрямо оста на детайла в едната и в другата посока. Скицата на каналите се формира на база размери и позициониране на база съществуващи повърхнини. Шестостените в трите края се дефинират с напречно сечение и отрязване чрез изтегляне по оста.



Фиг.2.8 Използване на един прототип за база на 3D модел на подобни детайли

След уточняване на габаритите на изделието, се извършва конструктивно оформление на валовите и детайлите предаващи движението, уточнява се пълната им геометрия и се извършват проверочни изчисления. Накрая на базата на уточнената опорна геометрия се пристъпва към оформяне на корпуса на изделието, елементите на лагеруванятия (капачки, защитни и отражателни шайби и т.н.) и се извършва проверка за функционалност и монтаж.

ИЗВОДИ

Направен е анализ на процеса на конструиране и наличната стандартизация на осигуреност при използване на CAD системи от среден клас и е формулиран подход за 3D структурно моделиране и изпълнение на сборен чертеж и на детайлни чертежи на нестандартните съставни части на машиностроителна сглобена единица. Подходът е тестван при разработване на един тип машиностроителни изделия – механично задвижване. Този подход е приложим както при обучението на студенти и инженери, така и за проектирането на конкретни машиностроителни изделия. Използването на този подход със създаване на база данни както от стандартизирани

детайли и изделия, така и от нестандартизирани такива, които могат да бъдат унифицирани за даден тип машиностроителни изделия, води до ускоряване на процеса на структурно моделиране и конструиране на изделията и изпълнение на техническата документация. Очевидно е, че конструирането на машиностроителните изделия е сложен итеративен процес, който ще продължава да се развива в посока на пълното използване на CAD/CAM системите, съвместно с тяхното развитие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Георгиев, М.Т. Подход за бързо моделиране на сложни геометрични повърхнини с компютърни чертожни системи. Научно-технически семинар "CAD/CAM/CAE – СИСТЕМИТЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА" – доклади, НТС, сп. Машиностроене, 2000, стр.20-22.
2. Георгиев, М.Т. Влияние на геометрията на формата на повърхнините върху динамичните характеристики на изделията при моделиране с компютърни чертожни системи. Научно-технически семинар "CAD/CAM/CAE – СИСТЕМИТЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА" – доклади, НТС, сп. Машиностроене, 2000, стр.17-19.

3. Георгиев., Л. Кочев, Б. Туджаров, Подход за автоматизирано създаване на чертеж на сглобена единица чрез 2D изображения на съставните части, Научни известия на НТС, IX Научно-технически семинар “CAD/CAM/CAE СИСТЕМИТЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА”, 02.10.2002, Пловдив, 29-32.
4. Георгиев М., В. Станчева, Г. Станчев, Подход за реализиране на библиотека с 2D изображения на стандартни елементи за автоматизирано разработване на чертеж на машиностроителна сглобена единица- Научни известия на НТС, IX Научно-технически семинар “CAD/CAM/CAE СИСТЕМИТЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА”, 02.10.2002, Пловдив, 33-36.
5. Георгиев, М. Л. Кочев, Г. Станчев. Подход за 3D моделиране и изпълнение на сборен чертеж на машиностроителна сглобена единица. Национална научна конференция “АДП – 2003” – Сборник доклади, Научни известия на НТС по машиностроене, НТС, окт., 2003, с.398-402.
6. Георгиев, М., Г. Динев, Р. Петкова, Л. Балтова. База данни от стандартизирани и унифицирани
- детайли за автоматизирано изпълнение на сборен чертеж на машиностроителна сглобена единица. Научна конференция “Стандартизация – европейска интеграция – потребители ’2003” – Сборник доклади, НТС, София, окт., 2003, с.32-35.
7. Лепаров М. Методология за геометрично структуриране на механично изделие. Хабилитационен труд, С., ТУ, 1996.
8. Лепаров, М., М. Вичева, М. Георгиев. Основи на инженерното проектиране, СОФТТРЕЙД, С., 2008 г.
9. Орлов, П.И. Основы конструирования. Справочно-методично пособие т.1 и 2. Машиностроение, 1988.
10. Митрев, Р., В. Панов, Унифициран параметричен модел за геометричен синтез на гама багерни кошове, сп. Машиностроене, кн.1-2, София, 2004 г., с.23-30.
11. Autodesk Mechanical Desktop 2009. User guide. Autodesk, 2008.
12. Autodesk Inventor Professional 2009. User guide. Autodesk, 2008.
13. SolidWorks 2009. User guide. SolidWorks, 2008.

АВТОР:

доц. д-р инж. Милчо Георгиев, Технически университет София, кат. „Основи и технически средства за конструиране”.

**AN APPROACH FOR 3D MODELING AND FAST DOCUMENTATION
IN DESIGN OF THE PRODUCT IN CAD ENVIRONMENT**

Milcho Georgiev

In the paper proposes an approach for rapid three-dimensional modeling and documentation of product design in the CAD environment in order to achieve the model of a device that allows adjustment and modification while achieving uniform documentation

Key words: CAD, approach to three-dimensional modeling,

Author:

Assoc. prof. PhD eng. Milcho Georgiev, Technical university of Sofia, department “Fundamentals and Techniques of Design”

МЕТОДОЛОГИЯ НА АВТОМАТИЗИРАНОТО ПРОЕКТИРАНЕ ПО ДИСЦИПЛИНАТА CAD/CAM СИСТЕМИ

Стефан Стефанов

stvfstanov@yahoo.com

Вилхелм Хаджийски

hawi@abv.bg

В статията се разглежда използването на системите: SolidWorks/ COSMOSWorks/ CosmosMotion за автоматизирано проектиране. Представени са основните етапи в процеса на изложение на учебния материал по дисциплината CAD/CAM системи.

Ключови думи: CAD/CAM системи, методология, автоматизирано проектиране

Увод

Основен етап в обучението на бъдещите специалисти проектанти в инженерната област е запознаването им с методите за техническо документиране. През последните години масово в практиката се прилагат системите за автоматизирано проектиране във всичките им разновидности. Това стана възможно благодарение на развитието на информационните технологии, позволяващи интегрирането на различните звена, изпълняващи конкретни задачи при производството и изпитването на елементи, машини и съоръжения. Изискванията, налагани от фирмите потребители на инженерни кадри са свързани преди всичко с умения, свързани със създаването на 2D чертежи или 3D модели, но все повече ориентацията е и към провеждането на инженерен анализ на разработваните конструкции още на етапа на тяхното проектиране. Това налага използването на приложни програмни продукти, предлагащи тримерно моделиране и възможността за провеждане на статичен, динамичен, кинематичен и други видове анализ, което да доведе впоследствие до създаването на оптимална по отношение на избрани критерии конструкция.

Изложение

Класическото проектиране, представено на фиг. 1 има редица и съществени недостатъци. Основните от тях са свързани с невъзможността за използване на техническата документация за автоматизиран анализ. Качеството на изготвената документация зависи преди всичко от уменията на

проектанта и има реална опасност от допускането на субективни грешки.

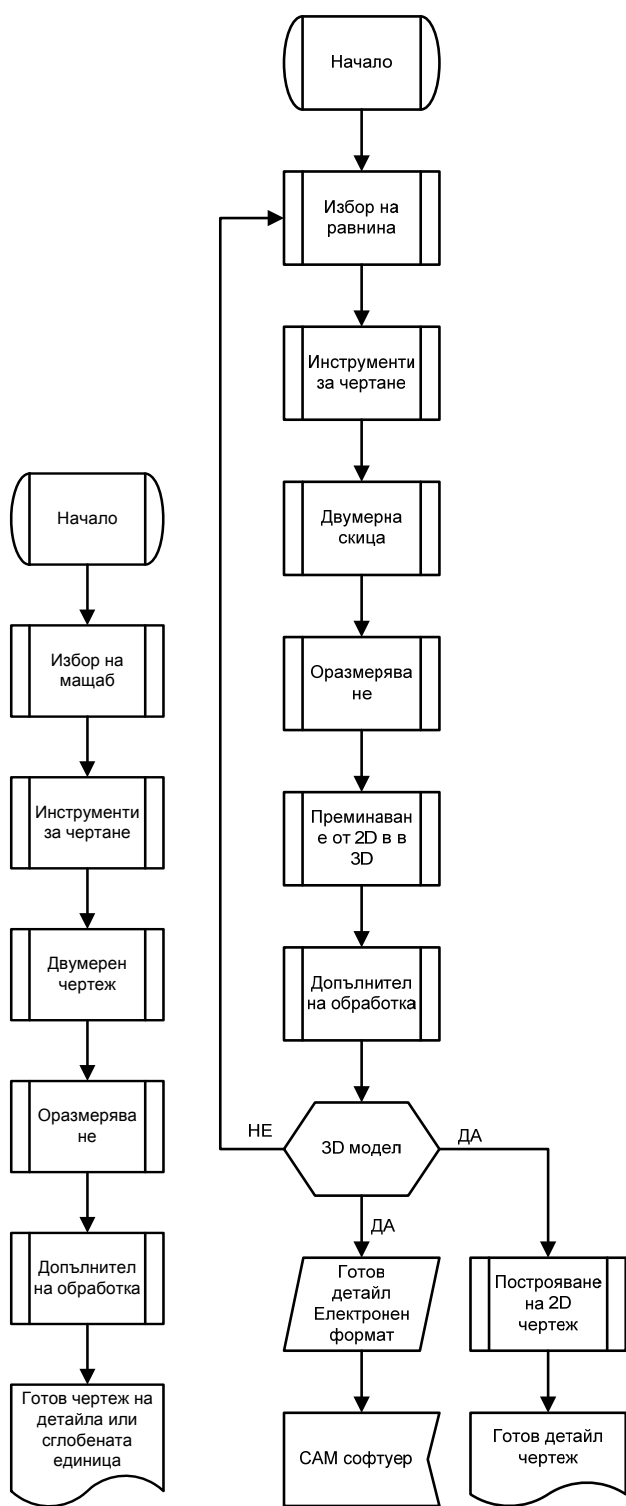
Използването на двумерни автоматизирани системи за чертане решава в значителна степен проблемите при класическия метод. Макар и на етапа на първоначалното създаване на чертежа да има редица неудобства и на практика да се доближава като методология и производителност до него при натрупана информация създава редица удобства.

Това са възможността за интензифициране на процеса и впоследствие бързо и лесно редактиране.

Основен проблем при автоматизираните системи за чертане е липсата на проекционна връзка, което води до невъзможност за автоматично възприемане на корекции в целия чертеж. На практика те дават само интензифициране на процеса на чертане, създаване на качествена документация, възможност за многократно възпроизвеждане.

Но по-нататъшната им употреба като електронен вариант е свързано с редица проблеми и необходимост от използване на системи за тримерно моделиране.

За значителен качествен скок в автоматизираното проектиране допринасят системите за тримерно моделиране. Макар първоначално да са на елементарно ниво относно съвременните такива, те дават възможност да се изграждат модели с възможност за по-нататъшно използване от системите за автоматизирано програмиране.



Фиг.1

Фиг.2

Първоначално разработените скелетни модели, изградени на основата на характерни точки и линии от проектираните елементи имат редица недостатъци. В основата им стои

представянето на модела. Липсва възможност за еднозначно определяне на видимите и невидимите линии, което е причина и за нееднозначно интерпретиране на ориентацията и видимостта на границите на модела [5, 7, 8].

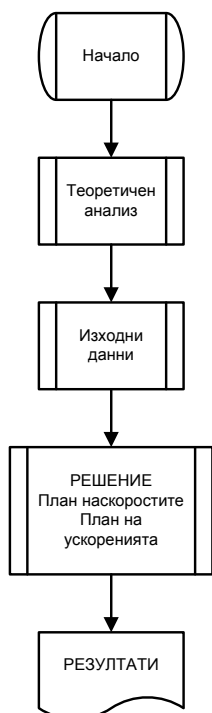
Скелетните модели не дават възможност за разпознаване на криволинейни граници, дефинирането на нежелателно взаимодействие между границите на обекта, като създават и трудности, свързани с определянето на физическите характеристики на проектирания елемент /маса, център на тежест, съпротивителен и инерционен момент/ поради неточности на геометричната форма.

Проблемите на скелетното моделиране в значителна степен се решават от исторически по-късното появило се повърхностно моделиране. То се основава на изграждането на модела с неговите повърхнини, затварящи обема му. Използват се преди всичко базови геометрични повърхнини, като равнинни, цилиндрични и конични повърхнини. Автоматизираните системи позволяват построяването им чрез изтегляне или въртене на предварително построени линии, на повърхнини, получени в резултата на пресичане на други, както и на аналитични, определени с математическото им уравнение.

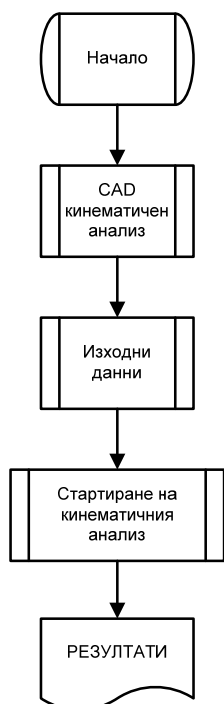
Недостатъците на повърхностните модели са свързани също с начина на тяхното представяне. Основния проблем е липсата на математическо описание на вътрешността на проектирания елемент, което на практика ограничава неговото приложение по-нататък от автоматизираната система за проектиране.

През последната десетина години в практиката на фирмите проектиращи машиностроителни изделия масово навлязоха твърдотелните системи за моделиране. Това наложи и обучението на бъдещите инженерни кадри да се ориентира към тях.

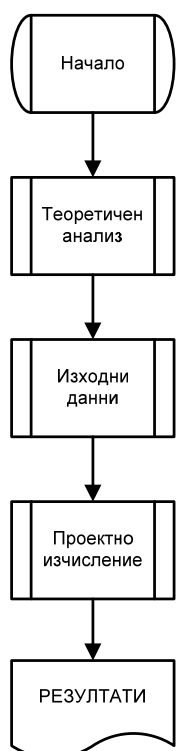
Този тип системи позволява пълно математическо описание на изграждания в системата модел, който по-нататък безпроблемно може да бъде използван за автоматично създаване на програма за изработването му на съвременни машини с цифрово програмно управление, да се анализират негови основни параметри и да се направят съответни изпитвания във виртуална среда с цел постигането му на оптимални параметри [5, 6, 7, 8].



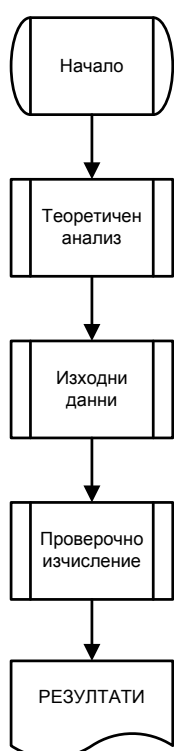
Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5



Фиг.6

Съвременните системи за твърдотоделно моделиране позволяват нанасянето на корекции на всеки етап от процеса на създаване на модела, които при регенерирането му се отразяват на цялостния модел.

Наличието на пълна проекционна връзка дава възможност корекциите да се нанасят при двумерно създадения чертеж, служещ за онагледяване и евентуално за изработването му с универсални машини по класическите технологии, във всяка проекция, изнесен разрез или сечение.

Една от масово използваните през последните години системи за твърдотоделно тримерно моделиране е SolidWorks. Системата притежава модули за инженерен анализ, даващи възможност за поетапно постигане на оптимални параметри на разработваните елементи и машини.

На фиг. 2 е представен алгоритъм на работа при създаването на 3D модел в среда на SolidWorks.

Основен момент в работата със системата е избора на равнина за построяване на скицата, което става с помощта на инструментите за 2D чертане. След като скицата е готова се извършва нейното оразмеряване. Чрез инструменти за тримерно изобразяване се преминава в 3D модел, който се дооформя. Готовият елемент може да бъде надграждан многократно до постигане на желаният тримерен модел. Информацията е в електронен формат, който се възприема от следващите модули за инженерен анализ, от САМ модула или да бъде изведено копие на хартия. Кинематичен анализ [1].

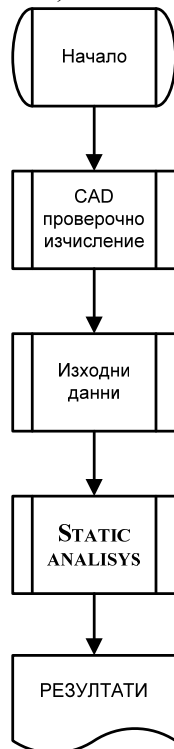
Класическият подход при извършване на такъв тип анализ е представен на фиг.3. Исходните данни в този случай са: зададено определено положение на изследвания механизъм; числени стойности на геометричните и изходните кинематични (на движението на отделните елементи) параметри; вида на движението на отделните елементи (задвижващи и задвижвани); представяне на резултатите във векторен вид върху плана на положението на изследвания механизъм.

Последователността за реализиране на кинематичен анализ с помощта на CAD система (CosmosMotion) е представена на фиг. 4.

Исходните данни включват:

- 3D модел на механизма изготвен в програма SolidWorks,

- информация за задвижващото звено **Motion Model**:
- характер на движението,
- кинематични параметри,
- характеристики на задвижваните звена:
- определяне на елементите на движението **Moving Parts**,



Фиг.7

- определяне на базовите елементи **Ground Parts**,
- определяне на връзки между елементите **Joints**,
- синхронизиране на движението между елементите на механизма.

Резултати от CAD кинематичния анализ:

- числени стойности на скоростите на отделните звена:
- линейни скорости **Linear Velocity**
- ъглови скорости **Angular Velocity**
- числени стойности на ускоренията на звената:
- линейни ускорения **Linear Acceleration**,
- ъглови ускорения **Angular Acceleration**.

Представяне на резултатите:

- числени стойности на големините на кинематичните параметри,
- визуализация на зависимостите:
- **Linear Velocity / Acceleration (time)**,
- **Angular Velocity / Acceleration (time)**,
- анимация **Animation** на движението на механизма.
- Якостен анализ [2, 3, 4, 6].
- Аналитично проектно изчисляване (фиг.5):

Исходни данни:

- определени геометрични параметри (на база конструктивни изисквания, изисквания на стандарти и др.),
- материал (механични характеристики),
- натоварвания, които действат върху елемента.

Резултати:

- числени стойности на останалите геометрични размери.
- Аналитично проверочно изчисляване фиг.6:

Исходни данни:

- геометрични размери,
- материал,
- натоварване.

Резултати:

- проверка действащите напрежения да не превишават допустимите за материала.
- CAD проверочно изчисление фиг.7.
- Базира се на използване на числени методи за определяна на напрегнатото и деформирано състояние на тялото. Най-разпространен в съвременните CAD системи е метода на крайните елементи [3, 4, 6].

Исходни данни за CAD анализа:

- геометричните размери **3D Model**
- материал **Material**
- закрепване **Restraint**
- натоварване **Load**
- Реализиране на **STATIC ANALYSIS** с програма **CosmosWorks** се реализира метода на крайните елементи (**FEM**)

Представяне на резултатите:

- числени стойности на: преместванията, деформациите, напреженията, коефициента на сигурност,
- визуализация:
- векторно представяне,
- тензорно представяне,
- анимация **Animation**.

Заключение

1. Представена е методологичната последователност на представяне на материала по дисциплина CAD/CAM.

2. Направен е паралелен анализ между класическия подход и реализирания с CAD система (програма SolidWorks и програмни модули COSMOS Works и CosmosMotion).

3. Посочена е методология на реализиране с CAD система на: изготвяне на 3D модел; кинематичен и якостен анализ.

Литература:

Автори:

доц..д-р инж. Стефан Василев Стефанов, Университет по хранителни технологии – Пловдив
гл. ас. д-р инж. Вилхелм Милков Хаджийски, Университет по хранителни технологии – Пловдив

[1] Василев В., Г. Гърдев., В. Златанов, В. Хаджийски, К. Ангелов. Техническа механика. Примери и задачи. УХТ-Пловдив, 2005.

[2] Златанов В., С. Атанасова. Методическо ръководство за упражнения по машинознание, УХТ-Пловдив, 2007.

[3] Сегерлинд Л. Применение МКЭ. Л. Машиностроение, 1978.

[4] Тенчев Р. Т. Метод на крайните елементи. Ръководство за работа с COSMOS/M, ТУ-София, 1998.

[5] Тодоров Н., Д. Чакърски. Автоматизация на проектирането в машиностроенето, София, Техника, 1994.

[6] Хаджийски В. М., С. В. Стефанов. Компютърен инженерен анализ на машинни елементи, Акад. издателство на УХТ, 2007.

[7] Хокс Б. Автоматизирано проектирование и производство, Москва, Мир, 1991.

[8] Шпур Г., Ф. Л. Краузе. Автоматизирано проектирование в машиностроении, Москва, Машиностроение, 1988.

METHODOLOGY OF THE AUTOVAMATION DESIGN OF THE SUBJECT CAD/CAM SYSTEMS

Stefan Stefanov Vilhelm Hadziyski

In creating CAD models of mechanical assemblies used mathematical geometric constraints for placement of components. Very often they do not match the actual mechanical connections between parts. Using the basic principles of the Theory of basing on the details allows the creation of a more realistic model of the device. Here are some typical analyze mechanical structures in order to formulate engineering geometric constraints that allow the express purpose of the functional parts.

Key words: schemes based, assembled unit, geometric constraints positioning

Assoc. Prof. Stefan Stefanov, PhD, University of Food Technologies - Plovdiv
Ass. Prof. Vilhelm Hadziyski, PhD, University of Food Technologies - Plovdiv

ЕДИН ПОДХОД ЗА АВТОМАТИЗИРАНО ПОПЪЛВАНЕ НА ОСНОВНИЯ НАДПИС В ТЕХНИЧЕСКАТА ДОКУМЕНТАЦИЯ В CAD СРЕДА

Милчо Георгиев, Лъчезар Кочев, Георги Станчев
mtge@tu-sofia.bg, lkochev@tu-sofia.bg, gstanchev@tu-sofia.bg

В работата се предлага един подход за създаване на шаблон на чертожен формат и автоматизиране на попълването на основния надпис на техническата документация в CAD среда с оглед постигане на единна документация

Ключови думи: CAD, техническа документация, основен надпис

УВОД

В широко разпространените в ниския и средния клас чертожни системи като AutoCAD и моделиращите конструкторски системи като Autodesk Mechanical Desktop, Autodesk Inventor, SolidWorks и SolidEdge, предназначени за разработване на чертежи и 3D моделиране на детайли и изделия основно са включени изискванията на стандартите, отнасящи се до: чертожен формат с основен надпис [9,10], списък на съставните части [11], означаване на съставните части на изделията [12], основните правила за проектиране [1], основните правила за изпълнение на размерите [2], означаване на точността на размерите [3,4], означаване на грапавостта [5,6] и геометричните характеристики на повърхнините [7]. Като допълнителни надстройки към посочените системи се предлагат приложения отнасящи се до изобразяване на стандартни скрепителни елементи (двумерни и тримерни изображения): винтове, болтове, шайби, гайки, щифтове, нитове и съответно отвори без и със резба в различните варианти на изпълнение [8]. Основно тези програмни продукти и приложения включват в определен обем стандартите на ANSI, BSI, DIN, GB, ISO, JIS. Новост са приложенията отнасящи се до избор и определяне на точностните характеристики на размерите и грапавостта и геометричните характеристики на повърхнините [3,4,5,6,7], които не са намерили широко разпространение.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Хармонизацията на БДС и приравняването им към ISO и EN стандартите по отношение на основните изисквания за оформяне на

чертожните документи [9,10,11], означаване на съставните части на изделията [12], правилата за изобразяване [1], оразмеряване [2], означаване на точностните характеристики на размерите [3,4], означаване на грапавостта [5,6] и геометричните характеристики на повърхнините [7] и др., позволява в голяма степен да се използват посочените по-горе програмни системи и приложенията работещи в тяхната среда. Въпреки това съществуват определени различия, касаещи се до националното приложение на съответния стандарт (БДС ISO), като например основен надпис, списък на съставните части и др., както и наличието на нехармонизирани стандарти (БДС). Повечето от тези стандарти (посочени по-горе), вградени в стандартната версия на посочените програмни системи ускоряват процеса на изпълнение на техническата документация, но не са достатъчни. Няма създадени образци на основните формати с основен надпис и съответно списък на съставните части съгласно националното приложение на съответните стандарти [9,10,11,12].

Ускоряването на процеса за изпълнение на модел и чертежи - техническа документация на изделия и детайли води до облекчаване на труда на конструктора и налага необходимостта от приложение и единен шаблонен електронен чертожен формат, които да се базират на:

– Наличието на информацията в стандартите [3,4,5,6,7,15], отнасяща се до: размерите и означаване на точността на размерите - нормални линейни размери, допуски на размерите, допускови полета на размерите на валове и отвори, препоръчителни сглобки

система основен отвор и система основен вал - според номиналната стойност на размера и степента на точност; означаване на грапавостта и геометричните характеристики на повърхнините - числени стойности на грапавостта на повърхнините, стойности на отклоненията от равнинност и праволинейност, от цилиндричност и кръглост, от успоредност, перпендикулярност и на челно биене, на радиално биене, от съосност, симетричност и пресичане на оси - според номиналната стойност на размера и степента на точност;

Реализирането на едно такова приложение може да се извърши в няколко насоки:

– Изграждане на самостоятелна база данни, включваща съответните стандарти и осигуряваща релация между тях, която да се използва независимо от съответния CAD продукт. В този случай е необходим съответен интерфейс за връзка със съответния CAD продукт. Удобството е че, впоследствие в тази база данни може да се внасят изменения както и да се допълва с нови данни.

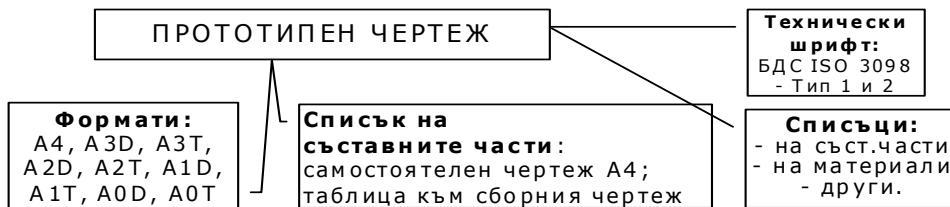
– Изграждане на база данни, функционираща като приложение към даден CAD продукт. По отношение на означаване на точността на размерите и повърхнините и грапавостта на повърхнините, може да се

организира чрез менюта в които да се избират съответните параметри в зависимост от типа, степента на точност и интервала на номиналната стойност на размера, като се указва върху чертежа мястото на поставяне на означението. Означенията могат да се изпълняват като: – тип блокове, стойностите на които да са атрибути и само те да могат да се изменят в последствие; – тип обекти с параметрично задаване, което да позволява в последствие изменение на типа и на параметрите. Последното е за предпочитане, но то налага съобразяване със спецификата на съответния CAD продукт.

Анализът на стандартизацията осигуреност на чертежните програмни системи свързана с изпълнение на машинни чертежи, показва необходимостта от приложения позволяващи ускоряване на процеса на техническото документирание и покриващи действащата нормативна база.

Предлага се база данни работеща в средата на CAD, което се базира на посочените стандарти и включва модулите: – прототипен чертеж (фиг.1.);

Модулът прототипен чертеж, предлага различните видове формати на чертежи с рамка и основен надпис и генериране на списък на съставните части [9,10,11,15].

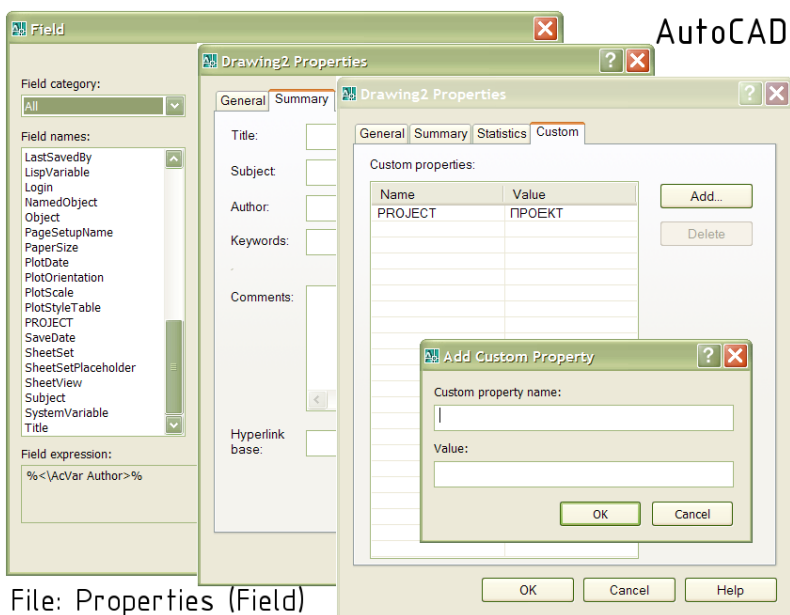
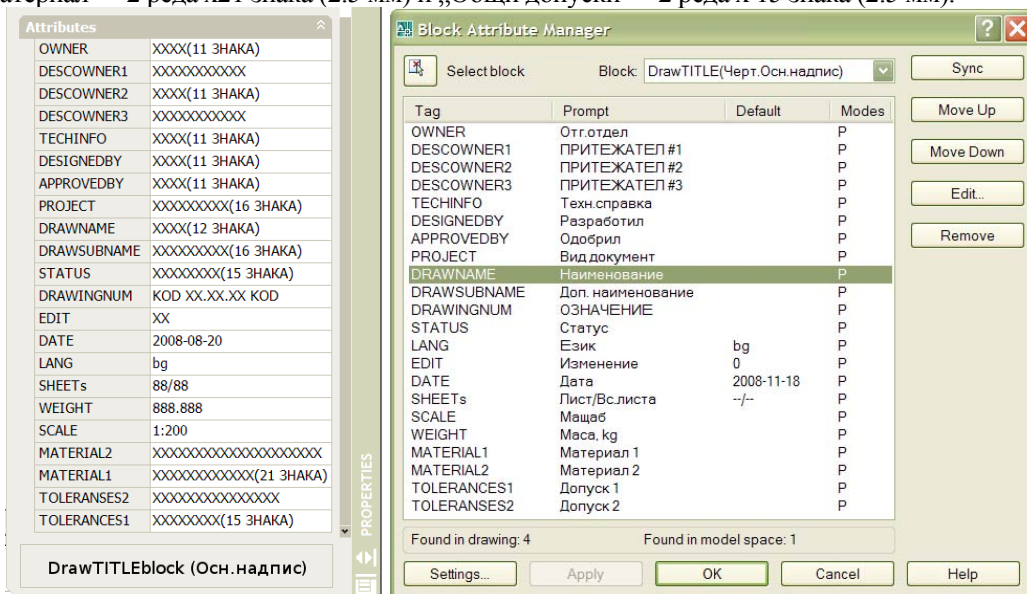


Фиг.1 Структура на модул на прототипен чертеж

Ra 12.5		XXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXX(15 ЗНАКА)	Мащаб 1:200	Маса 888.888	□ ⊙	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX(21 ЗНАКА)
Отг. отгел XXXX(11 ЗНАКА)	Техническа справка XXXX(11 ЗНАКА)	Вид на документа XXXXXXXXXX(16 ЗНАКА)		Статус на документа XXXXXXXXXX(15 ЗНАКА)		
XXXXXXXXXXXXXX XXXX(11-ЗНАКА) XXXXXXXXXXXXXX	Разработил XXXX(11 ЗНАКА)	Наименование, доп.наименование XXXXX(12 ЗНАКА)		KOD XX.XX.XX KOD		
	Одобрил XXXX(11 ЗНАКА)	XXXXXXXXXX(16 ЗНАКА)		Изм.	Дата на изг.	Език Лист
5	6	7	A3			

Фиг.2 Основен надпис по БДС ISO – информационни полета (брои знаци): ○ „Притежател на документа” и „Отг. Отдел” – 11 знака (3.5 мм); ○ „Техническа справка”, „Разработил” и „Одобрил” – 11 знака (3.5 мм); ○ „Вид на документа” – 16 знака (3.5 мм); ○ „Наименование” – 12 знака (5 мм) и „Доп. наименование”

– 16 знака (3.5 мм); ○ „Статус на документа” – 15 знака (3.5 мм); ○ „Означение на документа” – 3+6+3 знака (3.5 мм); ○ „Изменение” и „Език” – 2 знака (3.5 мм); ○ „Лист” – 4 знака (3.5 мм); ○ „Мащаб” и „Маса” – 6 знака (3.5 мм); ○ „Материал” – 2 реда x21 знака (2.5 мм) и „Общи допуски” – 2 реда x 15 знака (2.5 мм).



Фиг.3 Основен надпис по БДС ISO – информационни полета в AutoCAD (Атрибути на блок):
 Попълване - в палета “PROPERTIES” или в прозореца “Block Attribute Manager”

Автоматизираното попълване на основния надпис в AutoCAD се извършва чрез създаден блок DrawTitle (Черт.Осн.Надпис), като попълването може да бъде директно в полетата на основния надпис или в прозореца „Drawing Properties”, където могат да бъдат избрани и попълнени съответните текстови полета в чертежа (фиг.3). Този подход улеснява попълването и позволява копиране на информацията в основния надпис в следващия лист за печат с последваща

корекция на само на определени полета (напр. лист и др. – фиг.2 ... 5).

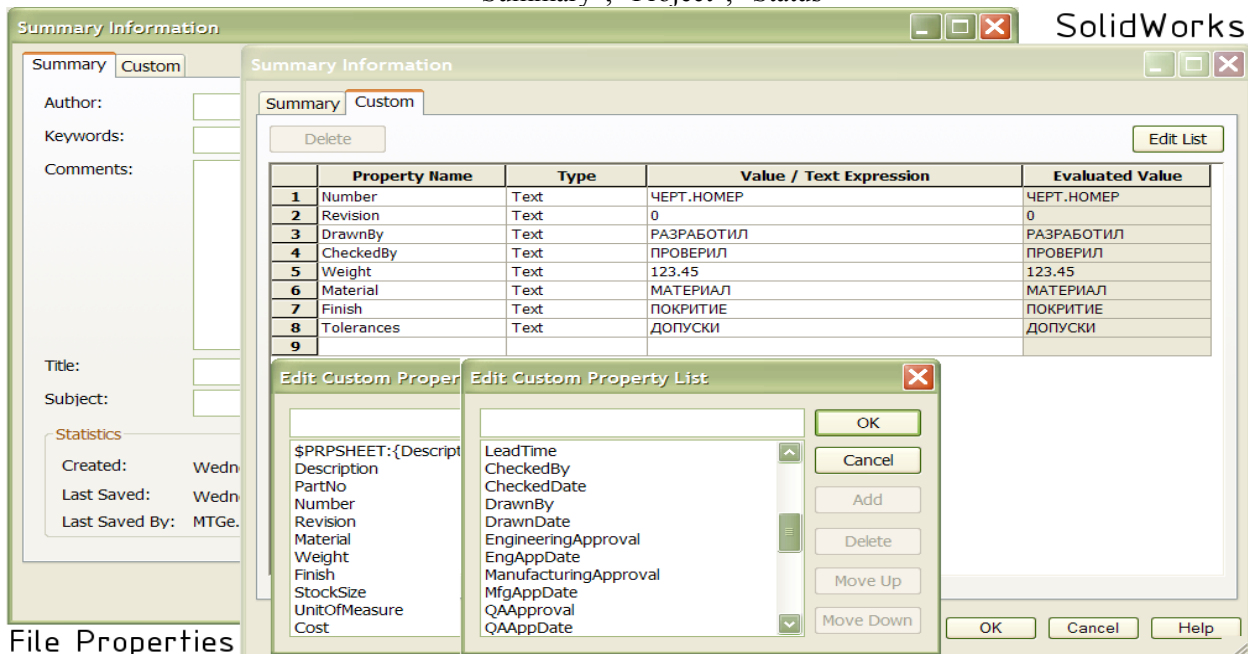
Аналогична е организацията на попълване на основния надпис в Inventor и в SolidWorks. Съществуващите полета в прозореца “Drawing Properties” и “File Properties” - палети “Summary”, “Project”, “Status” и “Custom” се използват за дефиниране на съдържанието на полетата: Title, Subject, Author, Manager, Company, Part Number, Description, Revision, Project, DrawnBy, ChekedBy,

ApprovedBy, Material, Finish, Tolerances (Фиг.5). Въведена информацията по този начин бързо се копира и коригира за съответните листа на създаваната техническа документация.

Същевременно въведената информация за дадения чертежен лист се визуализира автоматично в съответните полета на основния надпис на създадения чертеж (фиг.2).



Фиг.4 Основен надпис по БДС ISO – информационни полета в INVENTOR: Дефиниране на текстови полета (Field) в чертежа на основния надпис. Попълване - в прозореца “Drawing Properties” – палети “Summary”, “Project”, “Status”



Фиг.5 Основен надпис по БДС ISO – информационни полета в SolidWorks: Дефиниране на текстови полета (Field) в чертежа на основния надпис. Попълване - в прозореца “File Properties” – палети “Summary” и “Custom” след дефиниране на съответните полета (Field).

ИЗВОДИ

Дефиниран е подход за стандартизационна осигуреност на чертожните програмни системи свързана с изработване на чертежи от машиностроенето и е създадено приложение позволяващо в голяма степен ускоряването на процеса на изпълнение на техническата документация на машиностроителните изделия.

Създаден е шаблонен файл, като прототип за оформяне на техническата документация в AutoCAD, Inventor, SolidWorks.

ЛИТЕРАТУРА

1. БДС ISO 5457: 1994. Технически чертежи. Размери и оформяне на чертожните листове.
2. БДС ISO 7200: 1994. Технически чертежи. Основни надписи.
3. БДС ISO 7573: 1994. Технически чертежи. Списък на съставните части.
4. БДС ISO 6433: 1994. Технически чертежи. Означаване на съставните части на изделията.
5. Лепаров, М., М. Вичева, М. Георгиев. Основи на инженерното проектиране, СОФТТРЕЙД, С., 2008 г.
6. Autodesk Mechanical Desktop 2009. User guide. Autodesk, 2008.
7. Autodesk Inventor Professional 2009. User guide. Autodesk, 2008.
8. SolidWorks 2009. User guide. SolidWorks, 2008.

Автори:

доц. д-р инж. Милчо Георгиев, Технически университет София, кат. „Основи и технически средства за конструиране”.

Гл.ас. инж. Лъчезар Кочев, Технически университет София, кат. „Основи и технически средства за конструиране”

Гл.ас. инж. Георги Станчев, Технически университет София, кат. „Основи и технически средства за конструиране”

AN APPROACH FOR AUTOMATED COMPLETION OF BASIC INSCRIPTIONS IN THE TECHNICAL DOCUMENTATION IN CAD ENVIRONMENT

Milcho Georgiev, Luchezar Kochev, Georgi Stanchev

The work proposes an approach to creating a template drawing format and automates the completion of the basic legend of technical documentation in the CAD environment in order to achieve a uniform documentation

Key words: CAD, technical documentation, drawing title

Authors:

Assoc. prof. PhD eng. Milcho Georgiev, Technical university of Sofia, department “Fundamentals and Techniques of Design”

Head Ass. eng. Luchezar Kochev, Technical university of Sofia, department “Fundamentals and Techniques of Design”

Head Ass. eng. Georgi Stanchev, Technical university of Sofia, department “Fundamentals and Techniques of Design”

ИЗПОЛЗВАНЕ НА CAD СИСТЕМА ПРИ ОБУЧЕНИЕТО ПО ПРИЛОЖНА ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНА ГРАФИКА

Снежана Атанасова
sneja_atan@yahoo.com

В работата е представен подхода на преподаване на дисциплината Приложна геометрия и инженерна графика чрез съчетаването на традиционните методи с използването на системата за автоматизирано проектиране Solidworks. Представени са основните етапи при тримерното моделиране и документирането на детайли и сглобени единици.

Ключови думи: тримерно моделиране, детайли, сглобени единици.

Уводна част

Дисциплината Приложна геометрия и инженерна графика изучава методите за изобразяване на пространствени обекти върху една равнина, разглежда пространствени задачи за взаимно положение на тези обекти и основните правила за изпълнение и оформяне на машиностроителни чертежи [4]. Паралелно с традиционните методи на преподаване в Университета по хранителни технологии се разглеждат основните възможности на системата за автоматизирано проектиране SolidWorks за създаване на 3D модели, базирани върху равнинни скици, сглобени единици и чертежи [2, 3, 7, 8, 9].

С усвояването на материала се цели да се развие умение у студентите по дадени минимален, но достатъчен брой ортогонални изображения на детайл да възстановят неговата форма, както и да придобият знания, навици и умения необходими при разработването на различни видове конструкторски документи, които оформят техническата документация и използване на CAD система за тази цел. Студентите се запознават с новите хармонизирани български държавни стандарти с ISO, които третират правилата при оформяне на техническите чертежи.

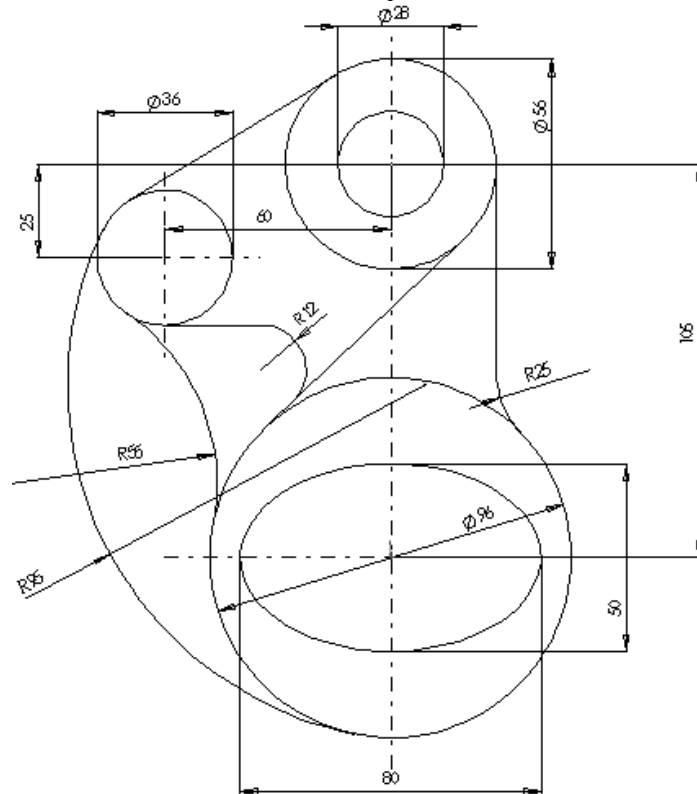
Основно изложение

Дисциплината Приложна геометрия и инженерна графика за техническите специалности

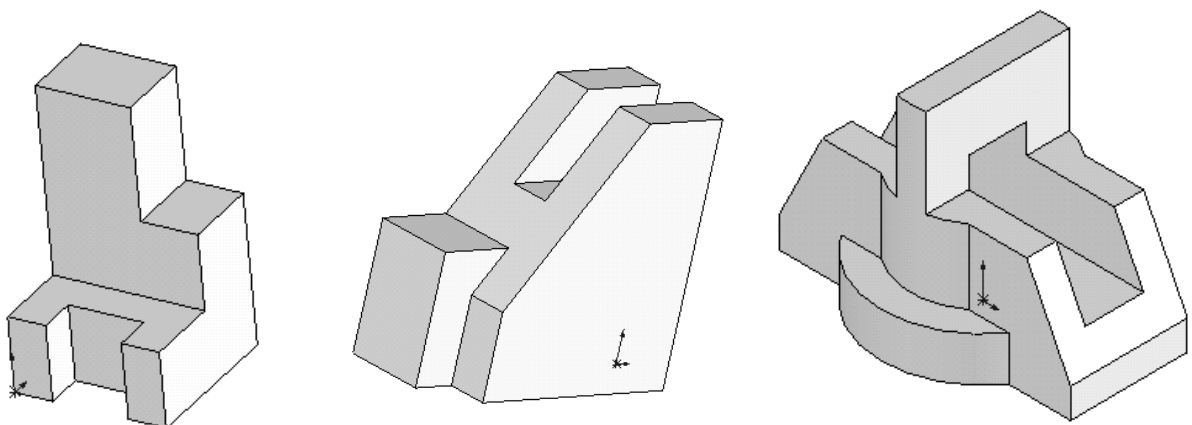
в Университета по хранителни технологии е съставена от две части. В *I част на дисциплината* се разглеждат видовете проектиране и основните методи на изобразяване на геометрични обекти [4]. По време на практическите занятия се решават задачи за изобразяване на геометрични обекти и тела, а също така се изобразяват и равнинните сечения на повърхнини, взаимното пресичане на многостени и ротационни повърхнини и техните разгъвки [6]. Паралелно се изпълняват 10 последователни упражнения [1] за усвояване на системата за автоматизирано проектиране Solidworks. В първите три упражнения се разглеждат различни начини и инструменти за създаване на равнинни скици (фиг.1). Прави се сравнение на начините на построяване на плавни преходи между различни видове линии чрез чертожни инструменти и чрез системата SolidWorks. В упражнения от 4 до 8 се разработват последователно тримерни модели на детайли с различна сложност като се използват различни фичъри за създаване на многообразни по форма повърхнини (фиг.2, 3). Част от детайлите са зададени с аксонометричните им изображения, а другата част са зададени с две ортогонални проекции. По време на практическите занятия, на детайлите, зададени с аксонометрично изображение, посредством чертожни инструменти се построяват основните им изгледи, а на детайлите, зададени с две ортогонални проекции се построяват три проекции с разрези. В

упражнение 9 се разработва подробен вариант за създаване на шаблонен чертеж с важни за системата настройки. В упражнение 10 се разработва работен чертеж на детайл (фиг.4), чийто тримерен модел е построен в упражнение 7. Разработваните скици и детайли със SolidWorks са

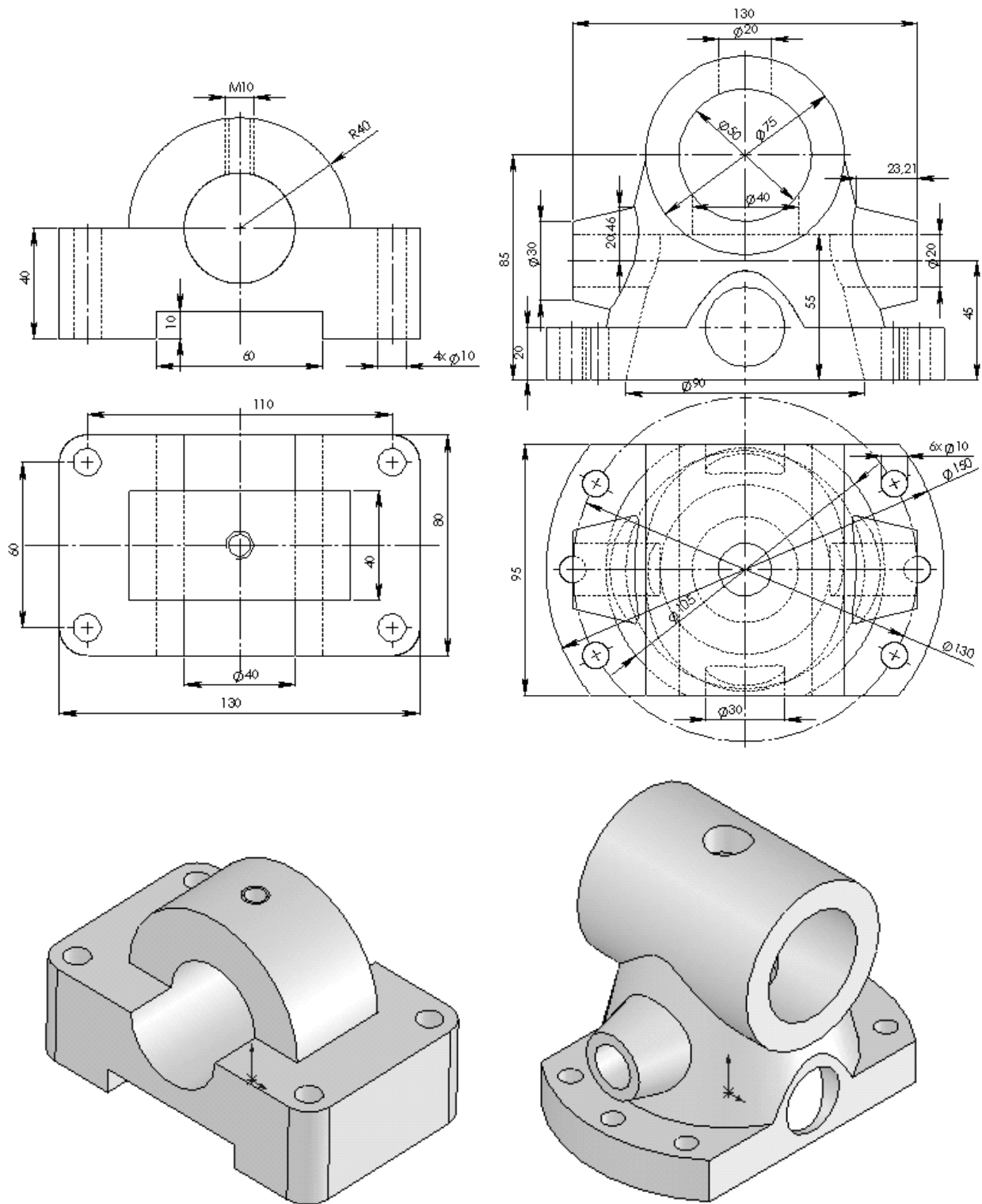
същите като от практическите занятия с чертожни инструменти. Всеки студент допълнително индивидуално разработва като самостоятелна курсова задача със SolidWorks скици, модели и чертеж на детайлите от свой индивидуален вариант.



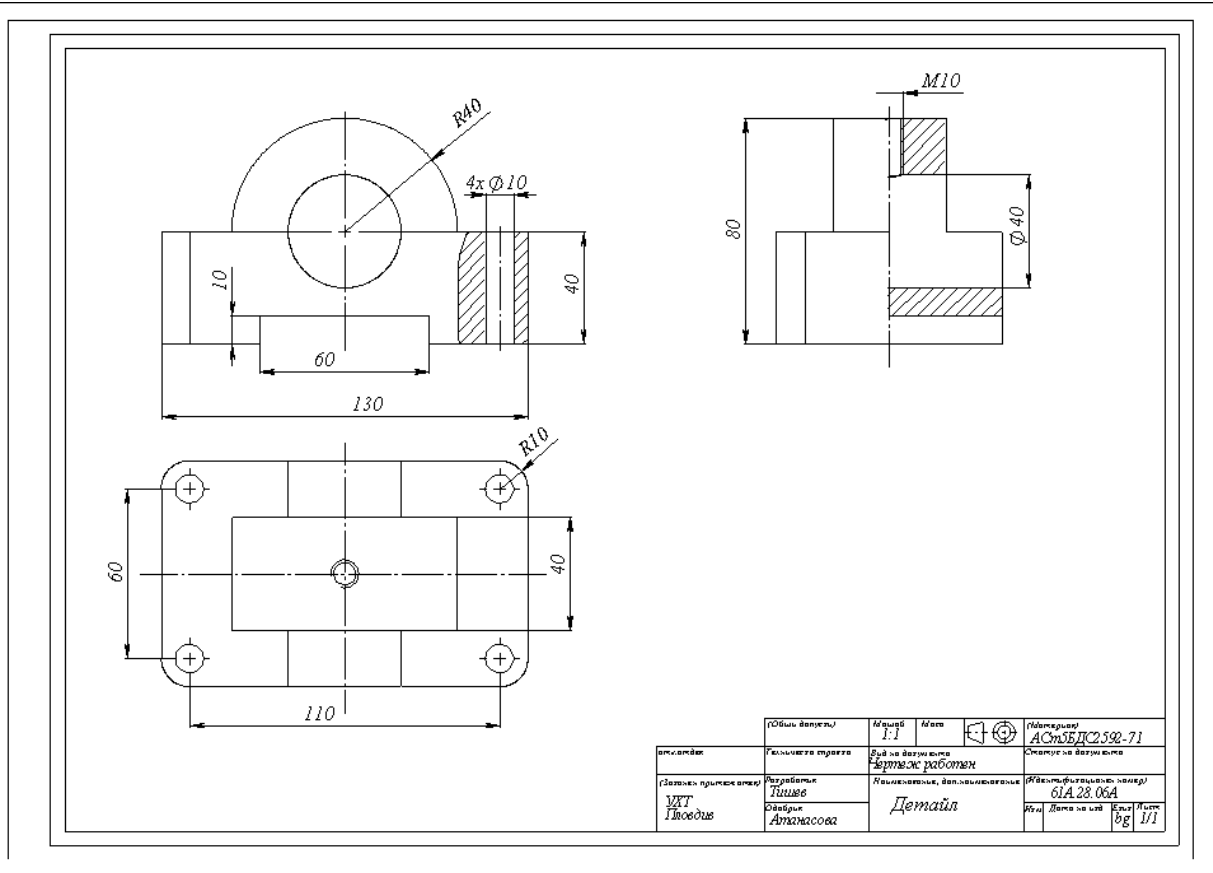
Фиг.1 Геометрична равнинна фигура, изпълнявана с чертожни инструменти и посредством Solidworks.



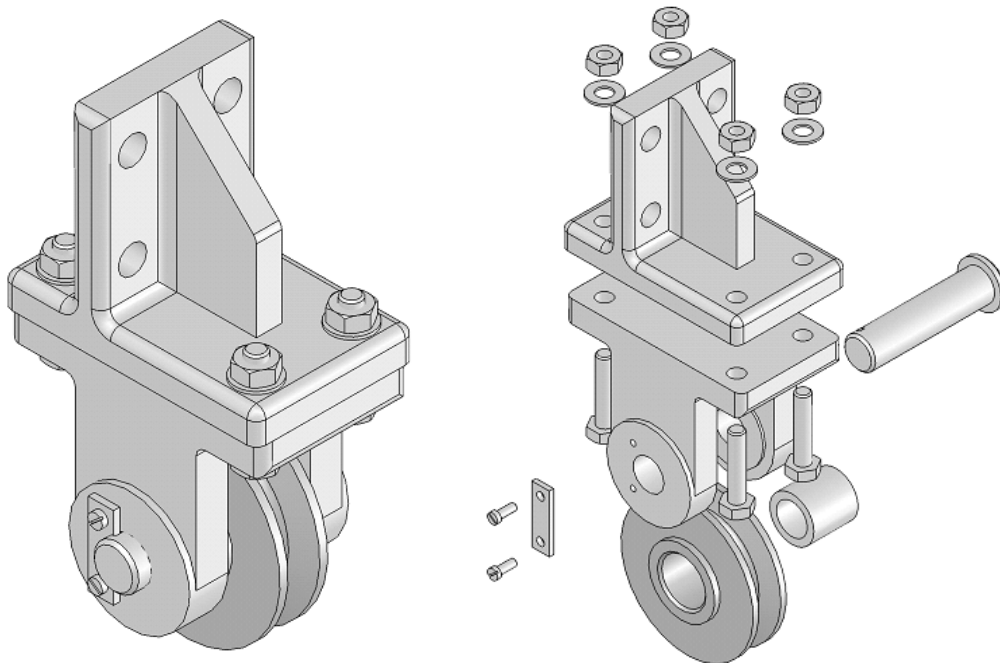
Фиг.2 Разработване на тримерни модели на детайли, зададени с аксонометричните им проекции със SolidWorks.



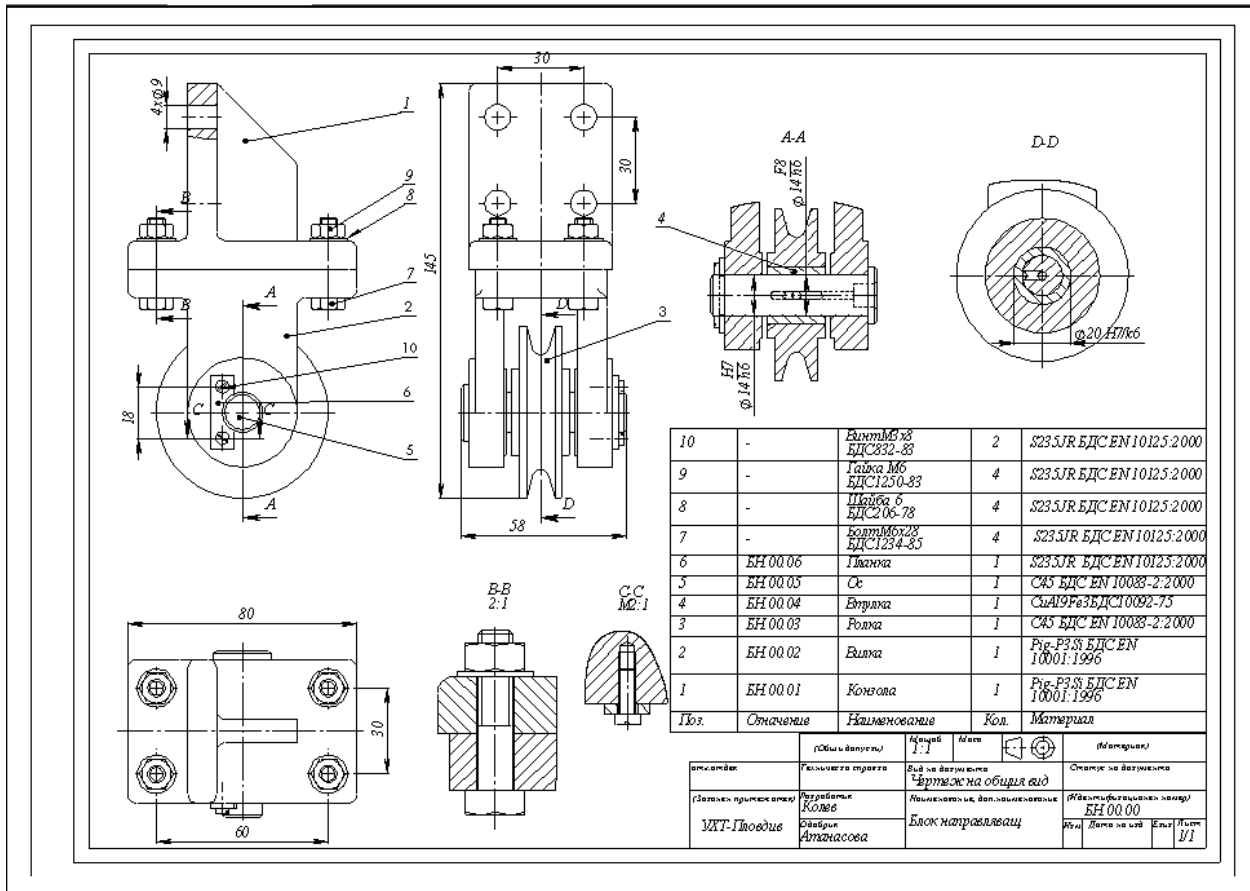
Фиг.3 Разработване на тримерни модели на детайли, зададени с две проекции.



Фиг.4 Разработване на работен чертеж на детайл, на който е построен тримерния модел



Фиг.5 Модел на сглобена единица - направляващ блок в сглобен и разглобен вид



Фиг.6 Сборен чертеж на направляващия блок

Във II част на дисциплината се изучават начините и средствата за разработване и оформяне на конструкторска документация [5, 6] при спазване на стандартите на БДС и ISO. Успоредно се разработва сборен чертеж със спецификация на сглобена единица направляващ блок посредством системата Solidworks. Разработват се моделите и работните чертежи на всички детайли от примерната сглобена единица на направляващ блок, след което детайлите се сглобяват (фиг.5) [5] и се разработва сборен чертеж със спецификация на направляващия блок (фиг.6). Всеки студент изпълнява посредством SolidWorks самостоятелно сглобена единица и чертеж на общия вид със спецификация на сглобена единица от зададен индивидуален вариант.

Заключение

Представеният подход на допълване на традиционните методи на преподаване на дисциплината Приложна геометрия и инженерна графика с използване на системата за

автоматизирано проектиране SolidWorks допринася за развитието на пространственото мислене и по-доброто усвояване на преподавания материал, а също така и за усвояването на най-новите тенденции в автоматизираното проектиране.

Литература

- 1.Атанасова Сн. Методично ръководство за упражнения по Приложна геометрия и инженерна графика със SolidWorks. Академично издателство на УХТ-Пловдив. 2007.
- 2.Григоров Б. Проектиране и дизайн със SolidWorks. София. 2003.
- 3.Григоров Б. Практическо ръководство по Solidworks 2005. Издателство АДСИС, София. 2005.
- 4.Сандалски Б. и др. Основи на конструирането и САД. София. 2007.
- 5.Френгов В. и др. Техническо чертане. Методично ръководство с примери и задачи. Пловдив. 1984.

6.Френгов В. Инженерна графика. Ръководство за упражнения със задания за курсови задачи, методични указания и примерни изпълнения. Академично издателство на УХТ-Пловдив, 2002.

7.SolidWorks–Основен курс. София, 2004.
8.SolidWorks–Книга за потребителя. Технологика ЕООД. София. 2006.
9.Planchard D. Engineering design with Solidworks, 2005.

Автор:

Гл. ас. д-р инж. Снежана Иванова Атанасова, Университет по хранителни технологии – Пловдив

INSTRUCTING IN APPLIED GEOMETRY AND ENGINEERING DRAWING WITH THE USE OF CAD SOFTWARE

Snejana Atanasova

The paper presents an approach for instructing in Applied Geometry and Engineering Drawing by merging traditional methods with Solidworks – a system for automated design. The basic stages of 3D modeling and the documentation of machine parts and completed assemblies are described.

Key words: 3D modeling, machine parts, assemblies.

Ass. Prof. Snejana Atanasova, PhD, University of Food Technology-Plovdiv

ПРОЕКТИРАНЕ НА СПИРАТЕЛЕН ВЕНТИЛ ЧРЕЗ АВТОМАТИЗИРАНА СИСТЕМА

Снежана Атанасова
sneja_atan@yahoo.com

В работата са представени начините и етапите на създаване на отделните части на прав вентил и последователността на тяхното сглобяване чрез използване на автоматизираната система за проектиране Solidworks.

Ключови думи: прав вентил, Solidworks.

Уводна част

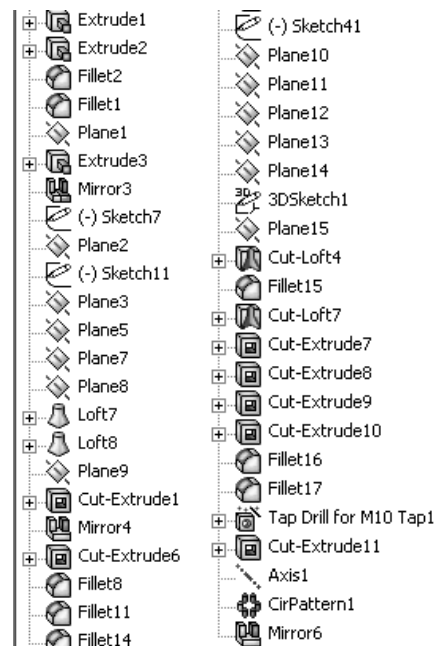
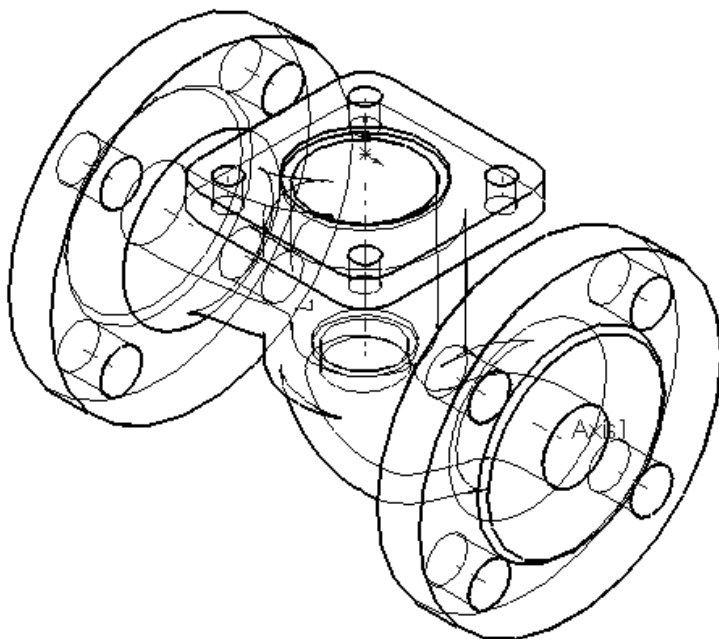
Вентилът като тръбопроводна арматура, служещ за прекъсване и регулиране на протичащия през тръбопровода флуид, намира широко приложение поради простата си конструкция и сигурна работа. Изчисляването и конструирането на спирателен вентил е една от основните курсови задачи по дисциплината Машинни елементи за техническите специалности на Университета по хранителни технологии – Пловдив. След изчисляването на основните геометрични размери на съставните части на вентила [4, 5] въз основа на зададените основни параметри на протичащия флуид и условен диаметър на вентила, се преминава към

конструирането и създаването на работни чертежи на тези съставни части. Използвайки най-новите тенденции в автоматизираното проектиране, конструирането на съставните части на вентила и тяхното сглобяване могат да се извършат като се използват основните възможности на системата за автоматизирано проектиране SolidWorks [1, 2, 3, 6, 7, 8] за създаване на 3D модели и сглобени единици.

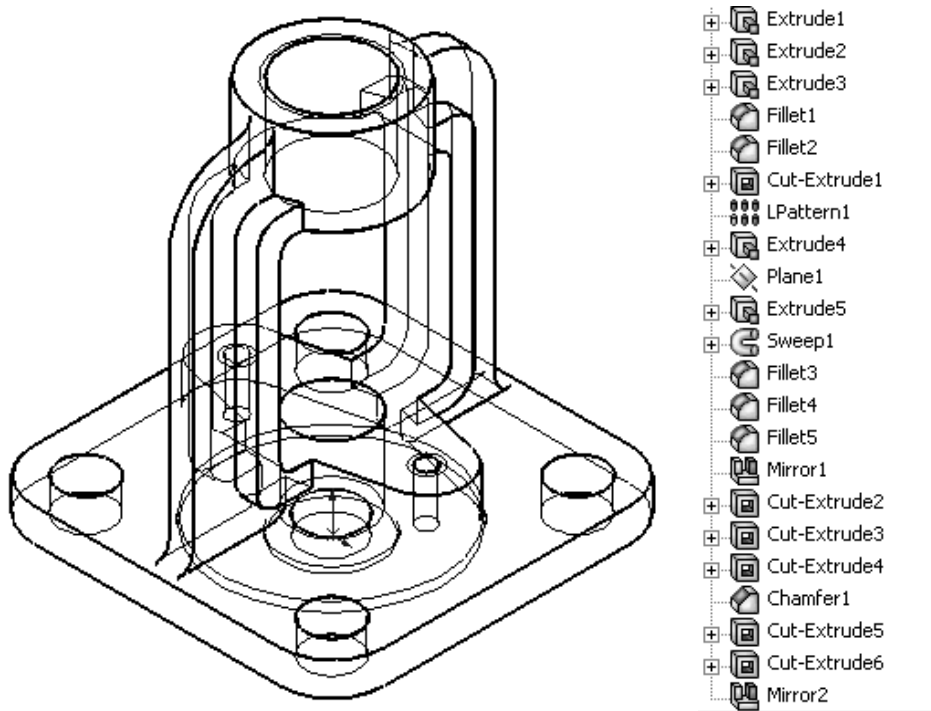
Основно изложение

Създаване на основните съставни части на вентила посредством SolidWorks:

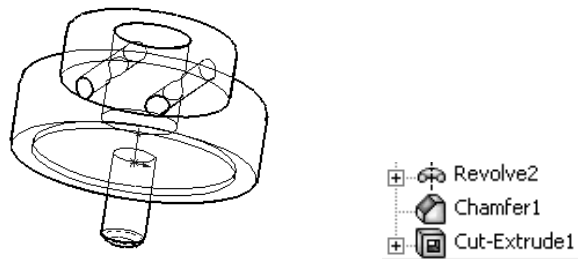
1. Създаване на тримерен модел на тялото на вентила и основните инструменти и последователност на неговото създаване.



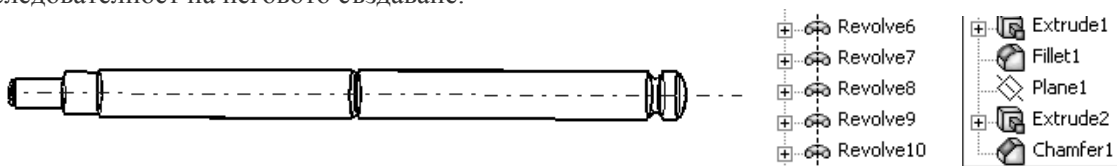
2. Създаване на тримерен модел на капака на вентила и основните инструменти и последователност на неговото създаване.



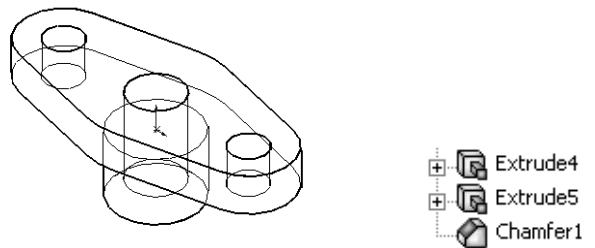
3. Създаване на тримерен модел на клапана на вентила и основните инструменти и последователност на неговото създаване.



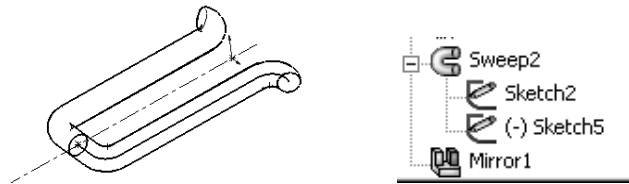
4. Създаване на тримерен модел на вретеното на вентила и основните инструменти и последователност на неговото създаване.



5. Създаване на тримерен модел на салниковата втулка на вентила и основните инструменти и последователност на нейното създаване.



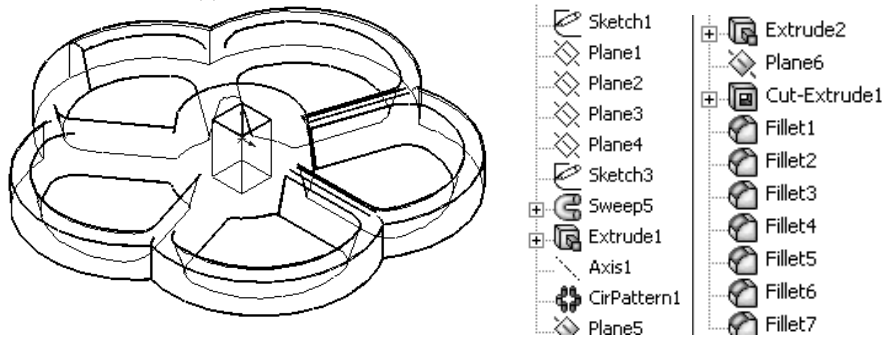
6. Създаване на тримерен модел на закрепваща скоба и основните инструменти и последователност на нейното създаване.



7. Създаване на тримерен модел на двигателната гайка на вентила и основните инструменти и последователност на нейното създаване.



8. Създаване на тримерен модел на ръчното колело на вентила и основните инструменти и последователност на неговото създаване.

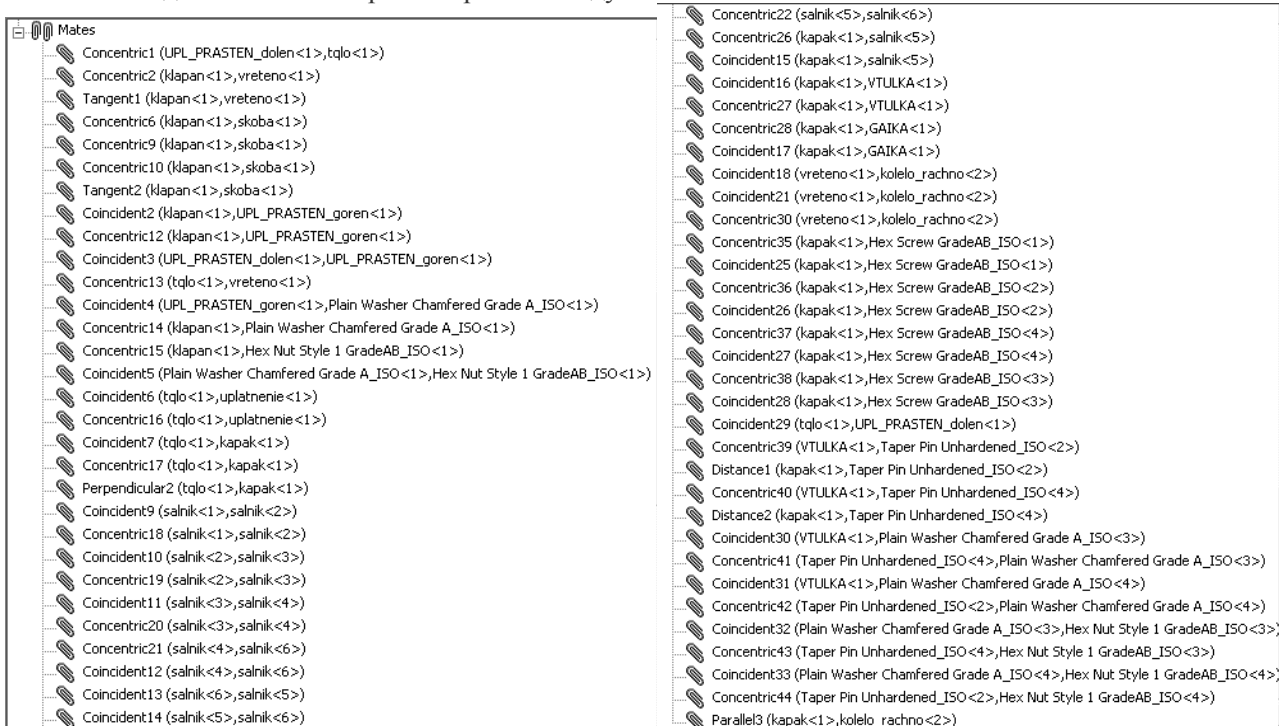


Сглобяване на съставните части и създаване на тримерен модел на вентила:

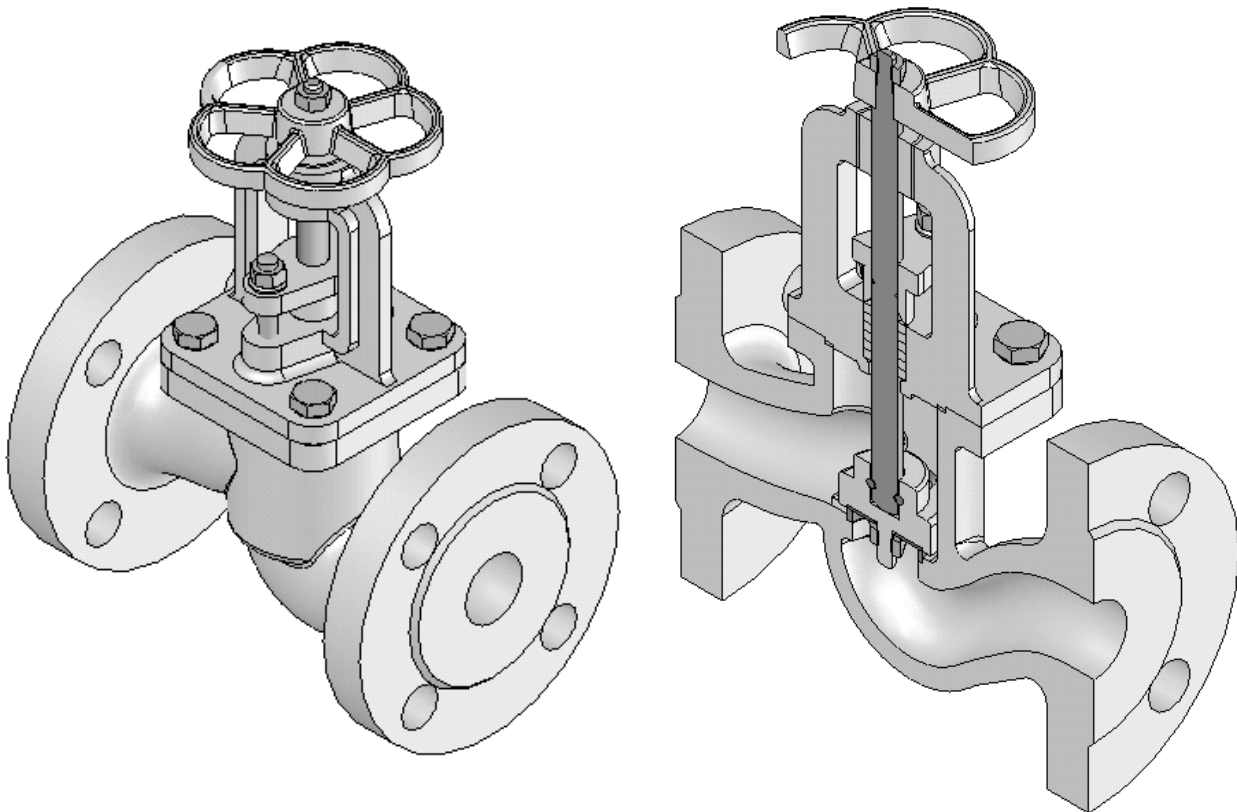
1. Последователност на вмъкване на частите на вентила

- (f) tqlo<1>
- (-) UPL_PRASTEN_dolen<1>
- (-) klapan<1>
- (-) UPL_PRASTEN_goren<1>
- (-) vreteno<1>
- (-) skoba<1>
- (-) Plain Washer Chamfered Grade A_ISO<1> (Washer ISO 7090 - 6)
- (-) Hex Nut Style 1 GradeAB_ISO<1> (Hexagon Nut ISO - 4032 - M6 - D - C)
- (-) uplatnenie<1>
- kapak<1>
- (-) salnik<1>
- (-) salnik<2>
- (-) salnik<3>
- (-) salnik<4>
- (-) salnik<5>
- (-) salnik<6>
- (-) VTULKA<1>
- (-) GAIKA<1>
- (-) kolelo_rachno<2>
- (-) Hex Screw GradeAB_ISO<1> (ISO 4017 - M8 x 16-C)
- (-) Hex Screw GradeAB_ISO<2> (ISO 4017 - M8 x 16-C)
- (-) Hex Screw GradeAB_ISO<3> (ISO 4017 - M8 x 16-C)
- (-) Hex Screw GradeAB_ISO<4> (ISO 4017 - M8 x 16-C)
- (-) Taper Pin Unhardened_ISO<2> (Taper Pin ISO 2339 - A - 6 x 35 - St)
- (-) Taper Pin Unhardened_ISO<4> (Taper Pin ISO 2339 - A - 6 x 35 - St)
- (-) Plain Washer Chamfered Grade A_ISO<3> (Washer ISO 7090 - 6)
- (-) Plain Washer Chamfered Grade A_ISO<4> (Washer ISO 7090 - 6)
- (-) Hex Nut Style 1 GradeAB_ISO<3> (Hexagon Nut ISO - 4032 - M6 - D - C)
- (-) Hex Nut Style 1 GradeAB_ISO<4> (Hexagon Nut ISO - 4032 - M6 - D - C)

2. Създаване на геометрични връзки между частите на вентила.



3. Сглобен модел на вентила:



Заклучение

В работата са представени етапите и инструментите за създаване на тримерните модели на съставните части на спирателен прав вентил чрез автоматизираната система за проектиране SolidWorks, а също така последователността на вмъкване и геометричните връзки между тях при създаването на сглобения вентил. Представеният начин на проектиране на вентила позволява оптималното определяне на размерите и формата на отделните части с оглед на правилното им сглобяване и присъединяване. Системата позволява нанасяне на корекции както във формата така и в размерите на отделните детайли във всеки един етап от създаването на готовия модел. Предложеният подход подпомага за по доброто пространствено възприемане и оформяне на отделните части както и тяхното правилно сглобяване и избор на подходящи връзки.

Автор:

Гл. ас. д-р инж. Снежана Иванова Атанасова, Университет по хранителни технологии – Пловдив

Литература

1. Атанасова Сн. Методично ръководство за упражнения по Приложна геометрия и инженерна графика със SolidWorks. Академично издателство на УХТ-Пловдив, 2007.
2. Григоров Б. Проектиране и дизайн със SolidWorks. София, 2003.
3. Григоров Б. Практическо ръководство по SolidWorks 2005. Издателство АДСИС, София 2005.
4. Златанова Е. Ръководство за курсово проектиране по Машинни елементи. Пловдив. 1983.
5. Николов Н. И др. Ръководство за конструктивни упражнения по Машинни елементи. Издателство Техника. София. 1992.
6. SolidWorks–Основен курс. София, 2004.
7. SolidWorks–Книга за потребителя. Технологика ЕООД. София. 2006.
8. Planchard D. Engineering design with Solidworks 2005.

DESIGN OF A SHUT-OFF VALVE USING CAD SOFTWARE

Snejana Atanasova

The work presents the methods for design and basic stages of 3D modeling of detail parts and the assembling steps of a shut-off straight valve using the system for automated design Solidworks.

Key words: shut-off straight valve, Solidworks.

Ass. Prof. Snejana Atanasova, PhD, University of Food Technology-Plovdiv

ОТНОСНО АВТОМАТИЗИРАНОТО ДОКУМЕНТИРАНЕ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ОСНОВИ НА КОНСТРУКТОРСКОТО ДОКУМЕНТИРАНЕ И CAD

Георги Динев
gdinev@tu-sofia.bg

Николай Гиздов
ngizdov@tu-sofia.bg

В статията се прави анализ на конструкторското документиране в CAD среда. На базата на този анализ се обосновава подходящо съдържание за обучение на студенти от образователната степен-бакалавър по дисциплината ОК и CAD. В учебния процес се препоръчва да се използват графичните системи AutoCAD и SolidWorks. В резултат на това се достига до значително интензифициране на изпълнението на конструкторското документиране в CAD среда.

Предлага се използването на CAD системите в учебния процес да се извършва чрез лабораторни упражнения, а за някои курсови задачи извън аудиторно. За проверка на знанията и уменията на студентите е целесъобразно да се провежда тестов контрол. Така ще се засили мотивацията на студентите за използването на CAD системите по-нататък в учебния процес при курсовото и дипломното проектиране.

Ключови думи: автоматизирано, конструкторско, документиране, обучение, бакалаври, дисциплина, ОК и CAD.

Увод

С непрекъснато нарастващите изисквания при проектирането, производството на изделия и пускането им на пазара, съответстващи на изискванията на Европейския съюз [1] се наложи използването на все повече нови средства. Едно от тези средства с оглед интензифициране на процеса при конструкторското документиране при проектирането на технически обекти –механични изделия и други, подобряване на качеството и себестойността им представляват CAD/CAM/CAE & PDM системите.

Широкото им разпространение постави изисквания пред университетите и висшите училища да се засили обучението на студентите по използването на CAD системи в конструкторското документиране при изпълнението на курсови задачи [2]. От друга страна съществува между предметна връзка между общотехническите дисциплини изучавани в машинното инженерство, като основополагащата базова учебна дисциплина е “Основи на конструирането и CAD” (ОК и CAD).

Най-масово използваната в учебния процес графична система е AutoCAD, тъй като има определени предимства от гледна точка на

проекционното чертане и изискванията на действащите стандарти за разработване на конструкторска документация [6]. Въпреки това CAD системите от по-висок клас все повече се използват в индустрията, респ. и в обучението на проектантите и конструктори [7]. Това произтича от факта, че предоставят по-добри възможности за конструиране, моделиране, документиране и производство на механични изделия в CAD/CAM среда. Тези предпоставки показват, че обосноваването на подходи за обучението на студенти по ОК и CAD е актуален въпрос, тъй като обучаемите придобиват знания и умения за работа в курсовото проектиране с тях.

Предвид на това в настоящата работа се обосновава един подход за обучението на студенти по автоматизация на документирането в CAD среда чрез изпълнение на определен обем от задачи в учебната дисциплина “Основи на конструирането и CAD” (ОК и CAD).

Основните задачи се свеждат до следното:

- анализиране на конструкторското документиране и графичните CAD системи;
- обосноваване на подходящи CAD и CAD/CAM системи за обучение на студенти от машинни специалности;

- разработване на методика за използване на CAD системи при провеждането на лабораторни упражнения и изпълнението на курсови задачи.

В изпълнение на поставените задачи са използвани графичните системи AutoCAD и SolidWorks.

Анализ на конструкторското документиране в CAD среда

В инженерната практика според даденото в [5] 92 % от процеса на документиране се основава на графиката, тъй като чертежите служат като първо средство в процеса на проектирането. 3D моделирането и конструкторското документиране заемат 50 % от времето за проектиране и представляват чисто визуални и графични дейности.

Техническите чертежи играят важна роля във всички области на инженерната дейност свързана с документиране, проектиране, анализ и моделиране т.е инженерното проектиране се основава на чертежи. Те могат да предават и решения на технически проблеми, като точността за тяхното изпълнение се подпомага от средства, някои от които са традиционни, а други са нови базиращи се на графичните CAD системи.

Чертежите може да бъдат абстрактни във вид на изгледи или по конкретни, като сложен комплексен модел. В някои случаи може да изглежда лесно да се направи 3D изображение чрез двумерно представяне, но това изисква специфични знания, умения и техническа идея осигуряващи достатъчна точност, за да може продукта да се проектира и произведе. Тези специфични знания са обект на инженерната графика и техническото документиране [3].

Най-широко разпространените и използвани графични системи за обучение на студенти-бакалаври от инженерните специалности у нас са:

- от по-нисък клас /чертожни/- AutoCAD;
- от среден клас – SolidWorks, SolidEdge и Inventor;
- от по- висок клас - I-DEAS, Pro Engineer, CATIA и Unigraphics.

Възможностите за конструкторското документиране чрез съвременните CAD системи са:

- моделиране чрез инженерни компоненти, което дава възможност за геометрично описание на обекта чрез конструкторски понятия, като отвор, ребро и др. [3]. Затова в индустрията за моделиране на инженерни компоненти най-често

се използват графичните системи: I-DEAS, SolidWorks, Pro/Engineer, CATIA и Unigraphics, а при обучението на студентите най-широко е разпространена системата SolidWorks. Тя позволява интегрирането с програмата Cosmos Motion и по този начин може да се проследи относителното движение на отделните елементи на механизма. Тази комбинация от програми дава възможност за проследяване на определени зависимости на скорости и ускорения между началното и изпълнителното или други звена на изследвания механизъм.

- параметричното моделиране на обект се основава на неговото еднократно описание, което се използва по-нататък при разработването на различни видове конструкторски, технологични и експлоатационни документи. За създаване на параметричен модел на проектирания технически обект понякога се използва езика за програмиране AutoLisp [10] или използване на интерактивната параметризация, която предоставят системите DUCT и I-DEAS.

- моделиране чрез ограничения се използва ако потребителя иска да зададе условия с оглед осигуряване на инженерни понятия с геометрията на модела.

Методика за използване на CAD системи по ОК и CAD

От методологична гледна точка в учебната дисциплина “Основи на конструирането и CAD” за автоматизация на конструкторското документиране на детайли и сглобени единици е необходимо студентите-бакалаври от първи курс да придобият основни знания и умения за работа с графичните системи AutoCAD [4] и SolidWorks [6]. Тази предпоставка произтича от между предметната връзка с обучението и използването на тези графични CAD системи в курсовото проектиране от дисциплините изучавани от в по-горните курсове от машинното инженерство.

Ако се тръгне от съображения за генериране на параметрични тримерни модели, които се използват по-нататък в курсовото и дипломното проектиране, както и в индустрията е налице мотивацията, че са им необходими и основни умения за работа със системата SolidWorks.

Основните предимства в използването на тази графична система са:

- по-бързо и лесно представяне на геометричните форми на проектирания обект;

- развиване на пространственото им мислене чрез моделирането на технически обекти;
- визуализиране на взаимодействието между съставните детайли и функционирането на сглобената единица, като динамичен модел;
- възможност за детайлиране от чертеж на общия вид, т.е. деструктуриране на сглобена единица, което се използва по-нататък в курсовото и дипломното проектиране.

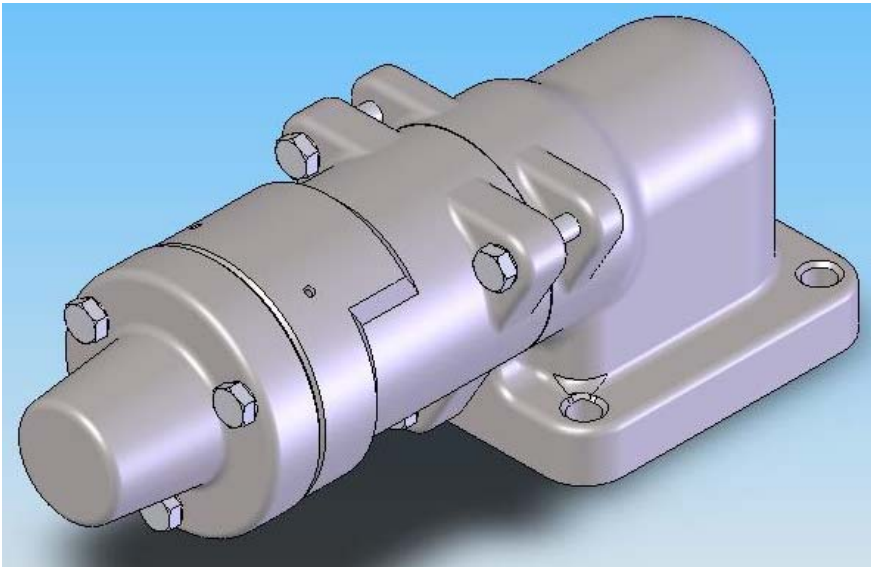
Въз основа на направените проучвания, анализи и изложените по-горе мотиви считаме, че съдържанието в обучението по компютърна графика с оглед удовлетворяване потребностите на специалностите от машиностроителните факултети предлагаме следното:

ОК и CAD I част

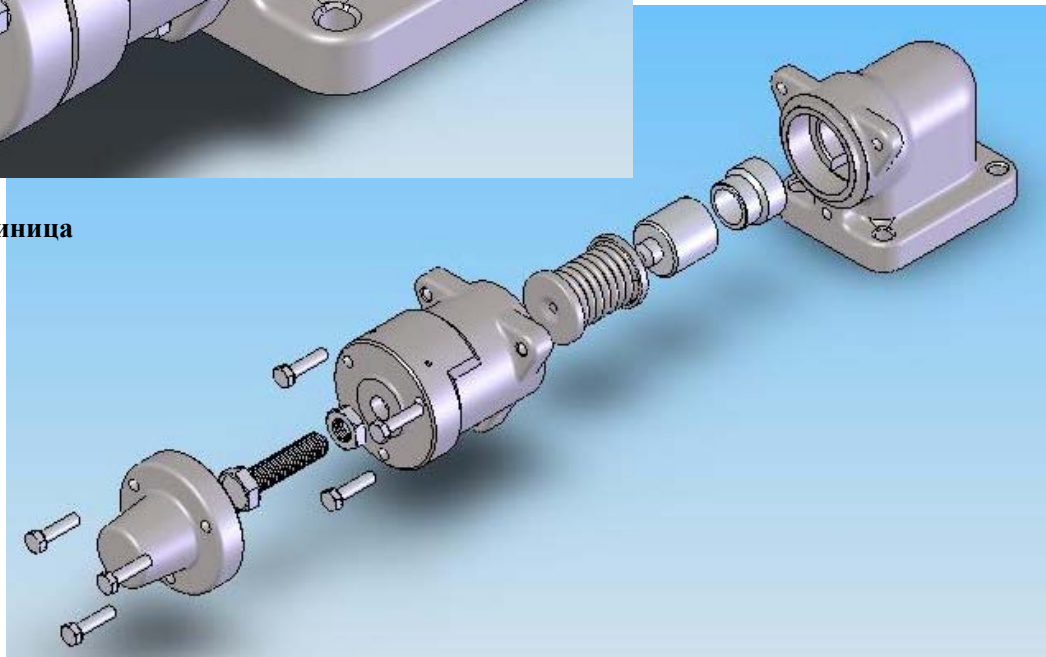
- автоматизирано изпълнение на разгъвка при взаимно пресичане на повърхнини;
- геометрично моделиране на тяло;
- изпълнение на чертеж на прост детайл от натура;

ОК и CAD II част

- изпълнение на чертеж на средносложен детайл от натура;
- изпълнение на сборен чертеж на сглобена единица от натура (Фиг.1), (Фиг.2),(Фиг.3) ;
- композиция на сглобена единица по зададени съставни детайли;
- изпълнение на сборен чертеж на механично изделие по зададен идеен проект (Фиг.4);
- 3D геометрично моделиране на прост и средно сложен детайл чрез графичната система SolidWorks (Фиг.5).



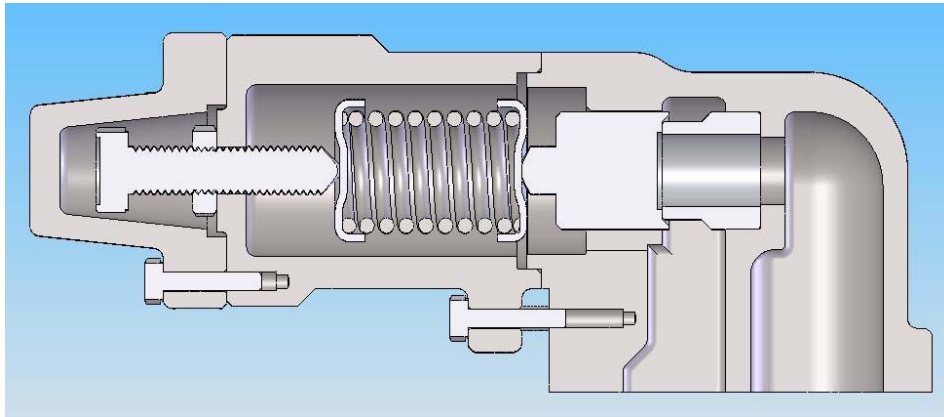
Фиг.1 Сглобена единица



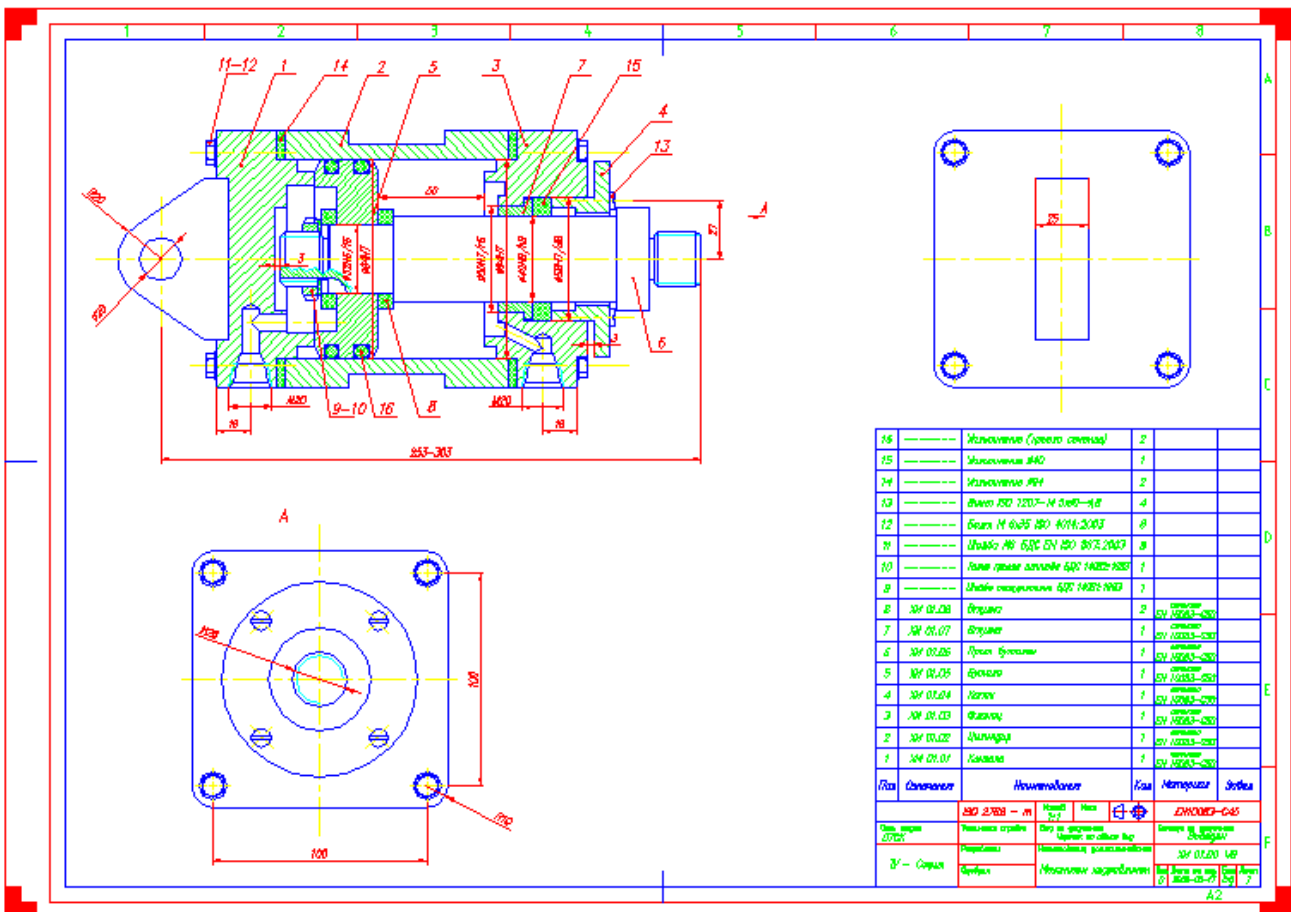
Фиг.2 Съставни части на сглобената единица

На фиг.3 е изпълнен надлъжен разрез на сглобената единица по зададена секуща равнина посредством графичната система SolidWorks. Това изображение не може да се използва в конструкторските документи на сглобената единица, тъй като не отговаря на правилата за изпълнение на разрези регламентирани от

стандартизационните документи. В същото време разрезът дава много добра представа за взаимното разположение на отделните елементи на механичното изделие и за неговото сглобяване и спомага за развиване на пространственото мислене на студентите.



Фиг.3 Надлъжен разрез на сглобената единица



Фиг.4. Сборен чертеж на механично изделие по идеен проект

За построяване на разгъвки на повърхнини са необходими както теоретични [3], така и практически знания и умения относно използването на програмни продукти, което се потвърждава от даденото в [5].

Моделирането на геометрични тела е от съществено значение за развиване на въображението на студентите и изпълнението на сечения (пресичане на повърхнини, разрези и сечения).

При конструкторското документиране на детайли и сглобени единици са необходими знания и умения за използването на графичната система Auto SolidWorks. Така те ще са в състояние да разработват курсови и дипломни проекти, съобразно изискванията на нормативните документи регламентирани у нас от Българския институт по стандартизация.

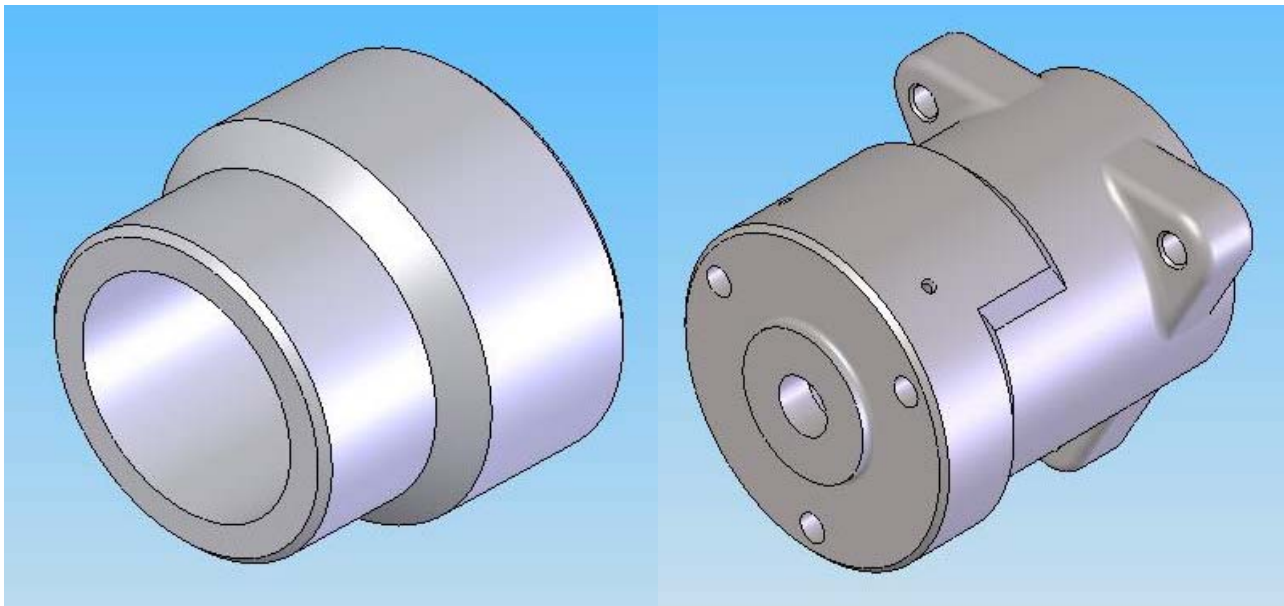
Поради недостатъчния хорариум от часове по учебната дисциплина “Основи на конструирането и CAD” е целесъобразно да се генерира 3D геометричен модел на прост детайл, който е показан на фиг.5.

От друга страна така генерираните геометрични модели на съставните детайли както е показано на фиг.2 може да се използват като

меню за провеждане на демонстрация в лекционния материал при разглеждането на графичната система SolidWorks. Също така показания геометричен модел на сглобената единица от фиг.3 може да се използва и като динамичен модел за изясняване на функционалното действие на устройството.

Друг съществен момент представлява и възможността за развиване на въображението на студентите при детайлиране на чертеж на общия вид. Този въпрос е от изключително голямо значение за подготовката на студентите по ОК и CAD , тъй като при курсовото проектиране в по-горните курсове те трябва да могат да разчитат и анализират сборни чертежи на различни конструкции механични изделия.

Така изложените предпоставки ще мотивират дейността на студентите обучавани в първи курс по Основи на конструирането и CAD и тенденцията да се използват все повече възможностите на съвремените CAD системи в обучението. За това е необходима по-добра междупредметна връзка между общотехническите и специалните дисциплини изучавани в машиностроителните специалности на Техническите университети.



Фиг.5 Геометрични модели на прост и средно сложен детайл

За студентите които желаят да придобият повече знания и умения за работа с графичната система SolidWorks, като сглобяване на механично изделие и др. може да се използва извън аудиторно обучение по разработена за целта програма.

Заклучение

На базата на анализ за конструкторското документирание в САД среда се обосновават тематично съдържанието на лабораторните и курсовите задачи в обучението на студенти бакалаври по дисциплината “Основи на конструирането и САД”. Направените предложения за увеличаване на хорариума от часове за обучение по компютърна графика на студенти от първи курс от специалностите на машиностроителните факултети са илюстрирани с примерни изпълнени задачи. Тези геометрични модели могат да се използват и като демонстрационни в лекционния материал при обучението за работа с 3D графични САД/САМ системи за натрупване на първоначални знания и умения в конструкторското документирание.

Литература

1. Динев Г., М. Вичева, И. Николова, Б. Илиева, Х. Йълмаз Относно приложението на САД системите в обучението по конструкторско документирание, Научни трудове на Съюза на учените в Пловдив, 2003, Серия В, т.1, 174-179.

2. Динев Г., В. Станчева, М. Янчева, К. Тодорова Относно конструкторското документирание при проектирането на механично изделие. Journal of the Technical University at Plovdiv, vol. 13(11), 2006, 23-28.
3. Сандалски Б., П. Горанов, Г. Динев, И. Николова Основи на конструирането и САД, София, СОФТТРЕЙД, 2007, с.337.
4. *AutoCAD 2000. User guide.* Autodesk, 2000.
5. *Bertoline G. R., E. N. Wibe* Fundamentals of Grachics Comunication, McCraw-Hill College, 2004.
6. Dinev G. Automatized documentation of details and assembled units in the course tasks in Applied geometry an engeenering graphics. Proc. of the second International Conference “Chalieges on hiher Education”Sozopol, 2004, pp.158-161.
7. Dinev G., M. Jancheva 3D modeling and documenting in training ii engeener graphics. Proc. of the second International Conference “Chalieges on hiher Education”Sozopol, 2005, pp.244-246.
8. *SolidWorks-user guide.* SolidWorks, 2004
9. Vicheva M., G. Dinev, I. Nikolova Constructive model of mechanical assembly unit for automated peparing documentation. International journal “ Engeenering and automated problems”, Moskva, vol.4, N 1, 2004, pp.118-121.
10. Vicheva M., G. Dinev In relation to the traning process in automated design engeenering documentation. Proc. of the International Conference, IRMES, Kraguevac, 2004, pp. 731-736.

Автори:

доц. д-р Георги Димитров Динев, Технически университет – София
гл. ас. Николай Стойчев Гиздов, Технически университет - София

ABOUT AUTOMATIZATION DOCUMENTATION IN TRAINING CONSTRUCTION DOCUMENTATION FUNDAMENTALS AND CAD

Georgy Dinev, Nikolay Gizdov

In this paper the construction documentation in CAD are analyzed. On base of this analysis suitable contents for teaching students from bachelor degree in education are ground Fundamentals construction documentation fundamentals and CAD.. In teaching process the graphical systems AutoCAD and SolidWorks are used. On point of view the results are positive preparing of constructional documentation with CAD. Propose are use the CAD systems in teaching process to make in laboratory exercises and some of course tasks out laboratory exercises. For control of knowledge and ability of students is necessary to make test control. So will be consolidate the motivation of students about the use of CAD systems by preparing the course tasks and diploma projects.

Key words: automatization, construction, design, documentation, education, bachelor, CAD systems.

Assoc. Prof. Eng PhD Georgy Dinev, Technical University - Sofia

Ass. Prof. Eng. Nikolay Gizdov, Technical University - Sofia

ПРИЛОЖЕНИЕ НА CAD ЗА ЯКОСТЕН АНАЛИЗ ПРИ КОНСТРУИРАНЕ НА СПИРАТЕЛНА АРМАТУРА

Вилхелм Хаджийски
hawi@abv.bg

В статията се разглежда използването на CAD системи в етапа на конструиране, свързано с якостен анализ. Представени са възможностите за приложение на програмния модул COSMOSWorks на програма SolidWorks. Изследвани са характерните натоварвания на основните елементи на спирателната арматура, които имат отношение към геометричните размери на проектираното изделие.

Ключови думи: CAD системи, напрегнато състояние, спирателна арматура

Увод

В процеса на инженерния анализ на машинни елементи използването на CAD системи позволява извършването на сложни проверочни изчисления [2, 3].

Инженерните пресмятания при конструиране на машинни елементи са:

1. Проектни – оразмеряване на определени геометрични размери по зададени конструктивни размери, натоварване, закрепване и допустими напрежения на избрания материал.

2. Определяне на допустими натоварвания – при зададени: геометрични размери, закрепване и допустими напрежения или деформации.

3. Проверочни – сравняване на действащите напрежения с допустимите, при зададени: геометрични размери, натоварване, закрепване и материал.

CAD системите използват числени методи за извършване на проверочни изчисления, като най-широко приложение в практиката е намерил метода на крайните елементи (МКЕ).

Използването на МКЕ изисква създаването на числен модел [5, 6], който адекватно да отразява физическата същност на машинния елемент (параметри: геометрични, гранични условия, закрепване и отразяване на връзката между параметрите/например между напрежението и деформацията/).

При реализирането на МКЕ геометричната форма на машинния елемент се представя с краен брой елементарни обеми (крайни елементи).

Методът се основава на следните принципни постановки:

1. съседните крайни елементи не трябва да се разделят или проникват един в друг при деформиране,

2. външните и вътрешните сили трябва да се намират в статично равновесие,

3. връзката между напрежението и деформацията се дава от теорията на еластичността или пластичността.

Постановка на задачата:

1. Да се извърши проверочно изчисление на клапана на вентил, което включва: при известни геометрични размери, материал, закрепване и натоварване на клапана да се определят деформациите и напреженията и да се сравнят с допустимите, като се използва програмата COSMOSWorks, реализираща метода на крайните елементи.

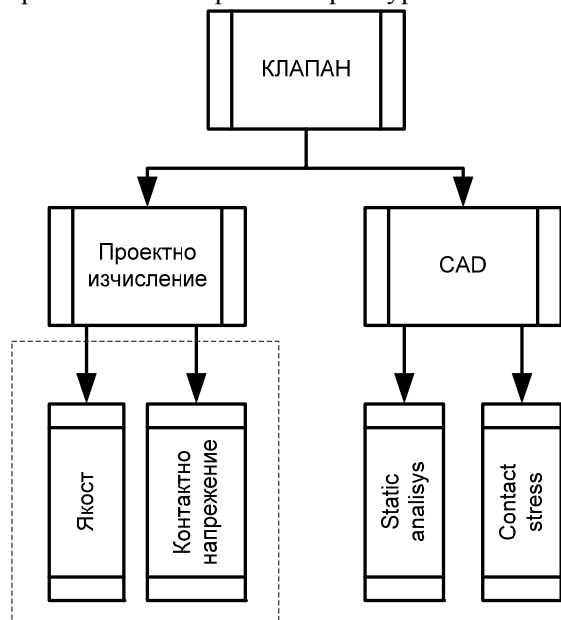
2. Да се извърши проверочно изчисляване на вретеното на клапана на устойчивост (надлъжно огъване). Известни са: геометричните размери, материала, закрепването и натоварването на вретеното, трябва да се определи устойчивостта срещу изкълчване (загуба на устойчивост).

3. Да се определят контактните напрежения и деформации между вретеното и клапана.

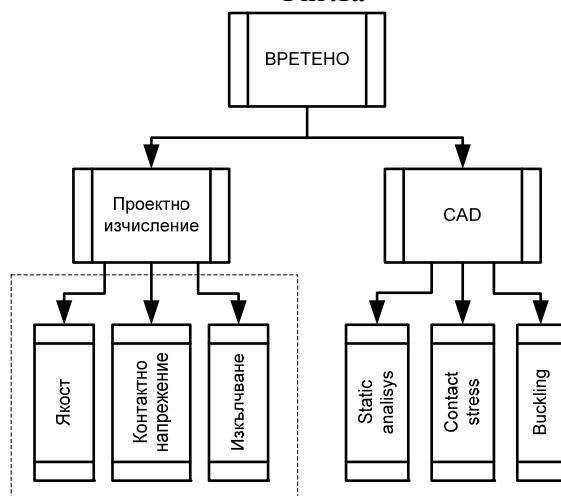
Известни са: геометричните размери, материалите, закрепването и натоварването на вретеното и клапана.

Изложение.

На фиг. 1а, б са представени схемите на инженерния анализ, съответно на клапана и вретено на спирателна арматура.



Фиг.1а



Фиг.1б

1. Реализиране на задача 1.

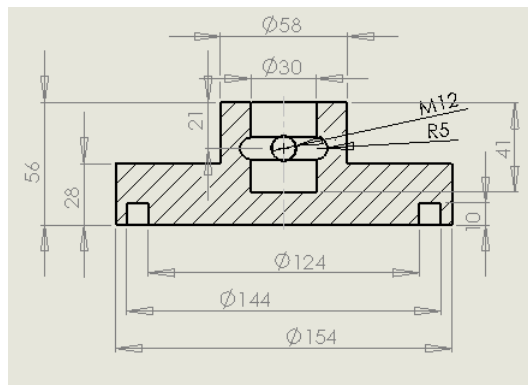
Геометричните размери на клапана са посочени на фиг.2.

Последователността за решение на задачата е посочена на фиг.3 [4].

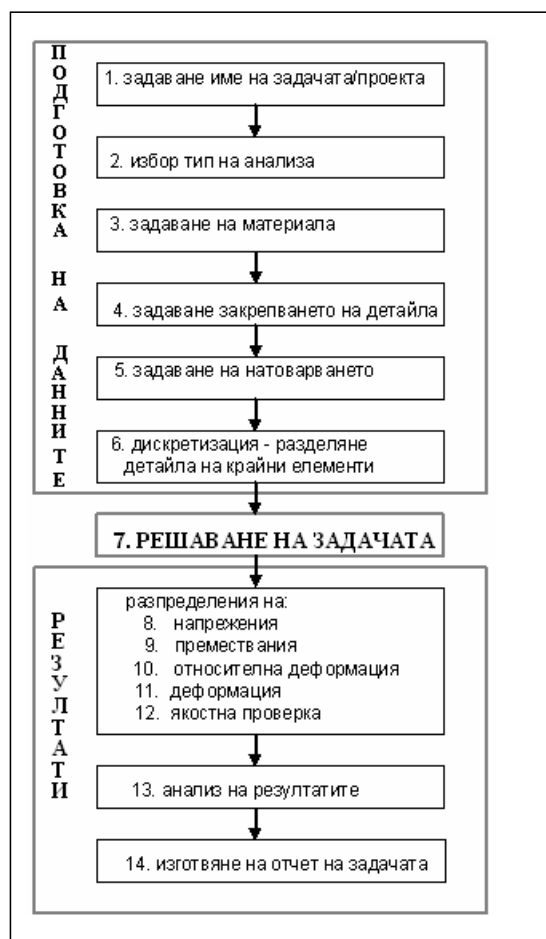
ПОДГОТОВКА НА ДАННИТЕ

1.1. От падащо меню **COSMOSWorks** се избира **Study...**(задаване име на задачата/ проекта) в полето **Name** се записва името на задачата.

1.2.избор на типа на анализа: от полето **Type** (тип на провеждания анализ) се избира **Static** (статичен анализ).



Фиг.2



Фиг.3

За тип на мрежата от крайни елементи се избира **Solid mesh**, което определя използването на тримерни крайни елементи.

Механичните характеристики на материала за клапана и вретеното са посочени в таблица 1.

Таблица 1.

модул на еластичност	<i>Elastic modulus</i>	205 GPa
коэффициент на Поасон	<i>Poisson's ratio</i>	0,29
граница на провлачване	<i>Yield strength</i>	530 MPa
якост на отън	<i>Tensile strength</i>	625 MPa

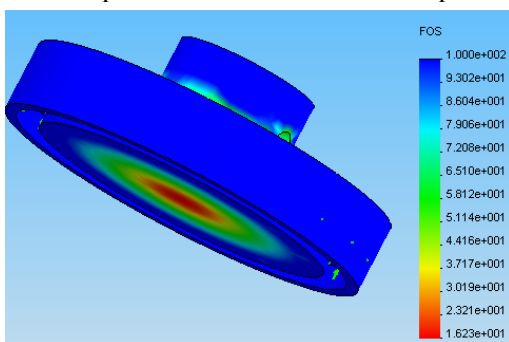
1.4. Задаване закрепването на детайла **Restraints** (гранични условия): използва се бутон **Restraints** или от падащо меню **COSMOSWorks** се избира **Loads/Restraint> Restraint...**, след което се избира геометричното място и начина на закрепване (мястото за монтиране на уплътнителния пръстен).

1.5. Задаване на натоварването **Loads**: с бутон **Restraints** или от падащо меню **COSMOSWorks** се избира **Loads/Restraint> Force...**, след което се задава геометричното място (мястото на контакт с вретеното), големината на товара (сила или момент), направлението и посоката на действие.

1.6. Дискретизация – разделяне на детайла на крайни елементи: създаване на мрежата (**Mesh**) от крайни елементи.

1.7. **РЕШАВАНЕ НА ЗАДАЧАТА:** провеждане на решението (стартиране на статичния анализ): от падащо меню **COSMOSWorks** се избира **Run**.

Графично представяне на резултатите: след завършване на изчислителния процес в



Фиг.4

1.3. Задаване на материал: от падащо меню **COSMOSWorks** се избира **Material**, след което **Apply Material to All...**

дървото на **COSMOSWorks Manager tree** се появяват следните резултати:

1.8. **Stress** – папка, съдържаща графично изображение на разпределението на напреженията,

1.9. **Displacement** – папка, съдържаща графично изображение на преместванията,

1.10. **Strain** – папка, съдържаща графично изображение на деформациите,

1.11. **Deformation** – папка, съдържаща графично изображение на деформираната форма на тялото в резултат на натоварването,

1.12. **Design Check** – якостна проверка – папка, съдържаща графично представяне на разпределението на коефициента на сигурност **FOS** (фиг.4).

1.13. Анализ на резултатите: минималната стойност на коефициента на сигурност се получава $FOS=16$ и следователно клапана няма да се разруши.

2. Реализиране на задача 2

Геометричните размери на вретеното са посочени на фиг.5. Последователността за решаване на задачата е посочена на фиг.3.

С бутон **Restraints** или от падащо меню **COSMOSWorks** се избира **Loads/Restraint> Force...**, след което се избира плоската пета на вретеното и тип на натоварването: **Apply normal force** (сила нормална на избраната повърхност) на сферичната пета.

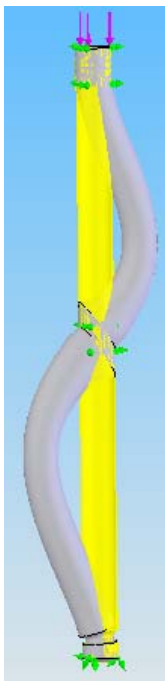


Фиг.5

РЕЗУЛТАТИ.

След завършване на изчислителния процес в дървото на **COSMOSWorks Manager tree** се появяват папки, които съдържат графично изображение на разпределението на преместванията **Displacement** и деформациите **Deformation**.

Графично представяне на преместванията: в **COSMOSWorks Manager tree** и **Displacement** папката се появява **Plot1** (фиг.6).



Фиг.6

минимална критична сила $[Q]=234,7$ kN превишава силата натоварваща вретеното по оста 15 kN).

3. Реализиране на задача 3.

ПОДГОТОВКА НА ГРАФИЧНОТО ИЗОБРАЖЕНИЕ

А. Създаване на сглобената единица:

Избира се **New Document** - появява се прозореца **New SolidWorks Document**: избира се: **Assembly**.

Въвеждане на детайлите на сглобената единица.

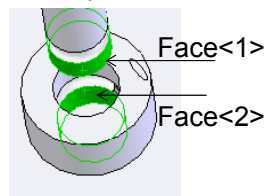
Натиска се бутон **Insert Component...**, след което се избират последователно детайлните: чертежи на клапана и вретеното.

В графичното поле се изобразяват двата детайла.

Б. Налагане на връзки между двата детайла:

Използва се бутон **Mate** и се налагат се следните връзки:

1. **Concentric** – концентричност на повърхнините (Face <1> и Face <2>, фиг. 7),
2. **Tangent** – допирателни повърхнините (Face <1> и Face <2>).



Фиг.7

ПОДГОТОВКА НА ДАННИТЕ

3.1. От падащо меню **COSMOSWorks** се избира **Study...**, и се избират: име на задачата (**Name**), тип на мрежата от крайни елементи (**Solid mesh**).

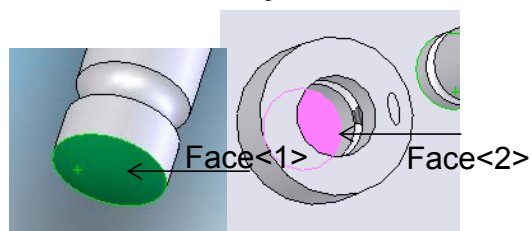
3.2. от полето **Type** (тип на провеждания анализ) се избира (**Static**) (статичен анализ).

Задаване типа на контакта между вретеното и клапана.

Маркира с десния бутон полето **Contact/Gaps (- Global: Bonded-)** и от падащото меню се избира **Define Contact Set**.

Появява се прозореца **Contact Set**, в който от полето **Type** се избира **No penetration** (без проникване между двете тела при контакт) и в полето **Options** се избира **Node to surface** (контакт на възел от мрежата с повърхност).

В полетата **source** се избира повърхност Face<1>, а в полето **target** се избира повърхност Face<2>, показани на фиг. 8.



Фиг.8

3.3. Избор на материал – реализира се като точки 1.3.

3.4. Задаване закрепването на детайлите **Restraints** (гранични условия).

Налагане ограничения на клапана.

3.4.1. С бутон **Restraints** или от падащо меню **COSMOSWorks** се избира **Loads/Restraint> Restraint...**, след което се избира канала на

клапана и тип на закрепването **Immovable(No translation)**.

Налагане на ограничения на вретеното.

3.4.2. Натиска се бутона **Restraints** или от падащо меню **COSMOSWorks** се избира **Loads/Restraint> Restraint...**, след което се налага закрепване тип **On cylindrical face** по цилиндричната повърхност на вретеното.

3.5. Задаване на натоварването: ще се приложи постоянна по големина сила от $15\ 000\ N$, която действа в горния край на вретеното. С бутона **Restraints** или от падащо меню **COSMOSWorks** се избира **Loads/Restraint> Force...**, след което се избира плоското чело на вретеното и тип на приложение товар: **Apply normal face** (сила приложена по направление на нормалата на избраната повърхност).

3.6. Дискретизация – разделяне на детайлите на крайни елементи с размери $4,895\ mm$.

3.7. РЕЗУЛТАТИ.

След завършване на изчислителния процес в дървото на **COSMOSWorks Manager tree** се появяват следните резултати:

Stress – папка, съдържаща графично изображение на разпределението на контактните напрежения (фиг.9),

Displacement – папка, съдържаща графично изображение на преместванията,

Strain – папка, съдържаща графично изображение на деформациите,

Deformation – папка, съдържаща графично изображение на деформираната форма на компонентите,

Design Check – якостна проверка – папка, съдържаща графично представяне на разпределението на коефициента на сигурност **FOS**.

Анализ на резултатите

Максималното действащо контактно напрежение, съгласно получените резултати е $2\ 984\ MPa$. Тази стойност превишава допустимото контактно напрежение на материала, което е $300\ MPa$.

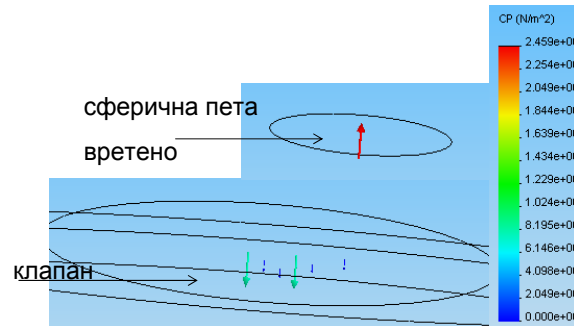
Минималната стойност на коефициента на сигурност (**FOS**) е $0,33$.

Стойността на коефициента на сигурност е по-малка от 1 ($FOS < 1$), следователно материала в контактната зона ще се разруши.

Контакт на вретено със сферична пета с радиус $SR1160\ mm$ – тази стойност е получена с аналитични формули за контакт на равнина със сфера [1] при допустимо контактно напрежение $\sigma_{HP} = 300\ MPa$.

Анализ на резултатите.

Максималното действащо контактно напрежение, съгласно получените резултати



Фиг.9

$254.4\ MPa$. Тази стойност е по-малка от допустимото контактно напрежение на материала, което е $\sigma_{HP} = 300\ MPa$.

Минималната стойност на коефициента на сигурност (**FOS**) е 3.5 .

Стойността на коефициента на сигурност е по-голяма от 1 ($FOS > 1$), следователно материала в контактната зона няма да се разруши.

Анализ на резултатите при размери на крайните елементи $3\ mm$, брой елементи: $202\ 834$, брой възли: $295\ 058$.

Максималното действащо контактно напрежение, съгласно получените резултати е $259.8\ MPa$. Тази стойност е по-малка от допустимото контактно напрежение на материала, което е $\sigma_{HP} = 300\ MPa$.

Минималната стойност на коефициента на сигурност (**FOS**) е 3.4 .

Стойността на коефициента на сигурност е по-голяма от 1 ($FOS > 1$), следователно материалът в контактната зона няма да се разруши.

Проверка на точността на решението спрямо аналитичното.

1) За решението с крайни елементи с размери: *Element Size: 4,895 mm*, брой на крайните

елементи 48 018, брой на възлите 73 434, стойността на максималното действащо контактно напрежение е $\sigma_H = 254,4 \text{ MPa}$ и отклонението спрямо аналитично определеното съгласно [1] е 15,2%.

2) За решението с крайни елементи с размери: *Element Size: 3 mm*, брой на крайните елементи 202 834, брой на възлите 295 058, стойността на максималното действащо контактно напрежение е

Извод

Точността на решението, при използване на по-големия брой крайни елементи 202 834 при *Element Size: 3 mm*, спрямо 48 018 броя крайни елементи при *Element Size: 4,895 mm*, се е повишила с 1,8%, при което времето за решаване е нарастнало от 3 min на 35 min.

$\sigma_H = 259,8 \text{ MPa}$ и отклонението спрямо аналитично определеното съгласно [1] е 13,4%.

Заклучение

1. Извършен е инженерен анализ на основните елементи на спирателна арматура с помощта на CAD система (програма COSMOSWorks)

2. Представена е последователността за използването на метода на крайните

Автор:

гл.ас.д-р инж. Вилхелм Милков Хаджийски, Университет по хранителни технологии – Пловдив

елементи при якостен анализ, проверка на изкълчване и контактна задача.

3. Сравнено е изменението на точността на получените решения при промяна на размера на крайните елементи, на които се разделя изследвания елемент.

4. Сравнени са получените резултати от аналитичното и численото решения.

Литература

1. Костов К. Г. и др. Избор на материали за якостно оразмеряване в машиностроенето София, Техника, 1988.
2. Тенчев Р. Т. Метод на крайните елементи. Ръководство за работа с COSMOS/M, ТУ-София, 1998.
3. Тодоров Н., Д. Чакърски. Автоматизация на проектирането в машиностроенето, София, Техника, 1994.
4. Хаджийски В. М., С. В. Стефанов. Компютърен инженерен анализ на машинни елементи, Акад. издателство на УХТ, 2007.
5. Хокс Б. Автоматизирано проектиране и производство, Москва, Мир, 1991.
6. Шпур Г., Ф. Л. Краузе. Автоматизирано проектиране в машиностроении, Москва, Машиностроение, 1988.

APPLICATION OF CAD FOR STRESS STATE ANALYSIS FOR CONSTRUCTING OF A CLOSING VALVE

Vilhelm Hadziyski

The paper is investigating the application of CAD systems in the stage of construction in connection with the stressed state analysis. Possibilities for application of a program modulus COSMOSWorks of the program SolidWorks are presented. Characteristic loads of the main elements of the closing valve are investigating.

Key words: CAD systems, stress state, closing Valve.

Ass. Prof. Eng., Vilhelm Hadziyski, PhD, University of Food Technologies - Plovdiv

АНАЛИЗ НА INTERNET БАЗИРАНО РЪКОВОДСТВО ЗА САМОПОДГОТОВКА ПО CAD

Петър Горанов Атанас Стоев
pvgor@tu-sofia.bg atstoev@tu-sofia.bg

В работата е направено сравнение между хартиените и електронните ръководства за самоподготовка по отношение качеството на обучение на студентите по CAD. Създадено е електронно ръководство за работа с Autodesk Inventor, което е достъпно по Internet. Въз основа на анализ на посещенията на създадения Internet сайт се правят изводи за интереса на студентите към тази форма на самоподготовка.

Ключови думи: електронно ръководство, Internet, самоподготовка по CAD, Autodesk Inventor

Увод

CAD системите са част от бързо развиващите се компютърни технологии. Като правило всяка година се появява нова версия, която предлага нова функционалност и съответно изисква промяна на начина на работа.

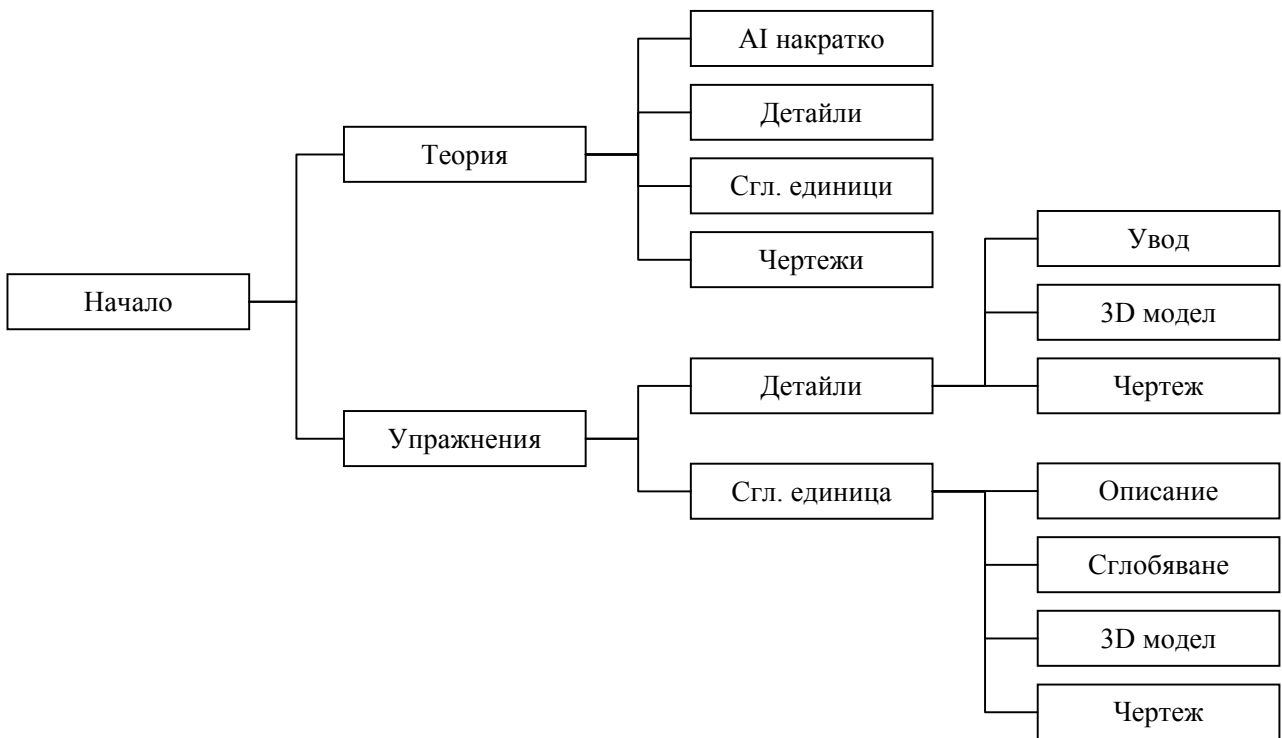
По принцип производителите на CAD системи осигуряват известно ниво на съвместимост между потребителските интерфейси на новата и старата версия. Съвместимостта на потребителските интерфейсите позволява старият начин на работа да се прилага и при новата версия на CAD

системата. Така потребителите се улесняват при преминаване към новата версия. Те веднага може да започнат да работят с новата версия, преди да са се запознали с новата функционалност или преди да са преминали специален курс. Непознаването на новата функционалност, обаче, не позволява да се реализират предимствата, които се предлагат от новата версия на CAD системата.

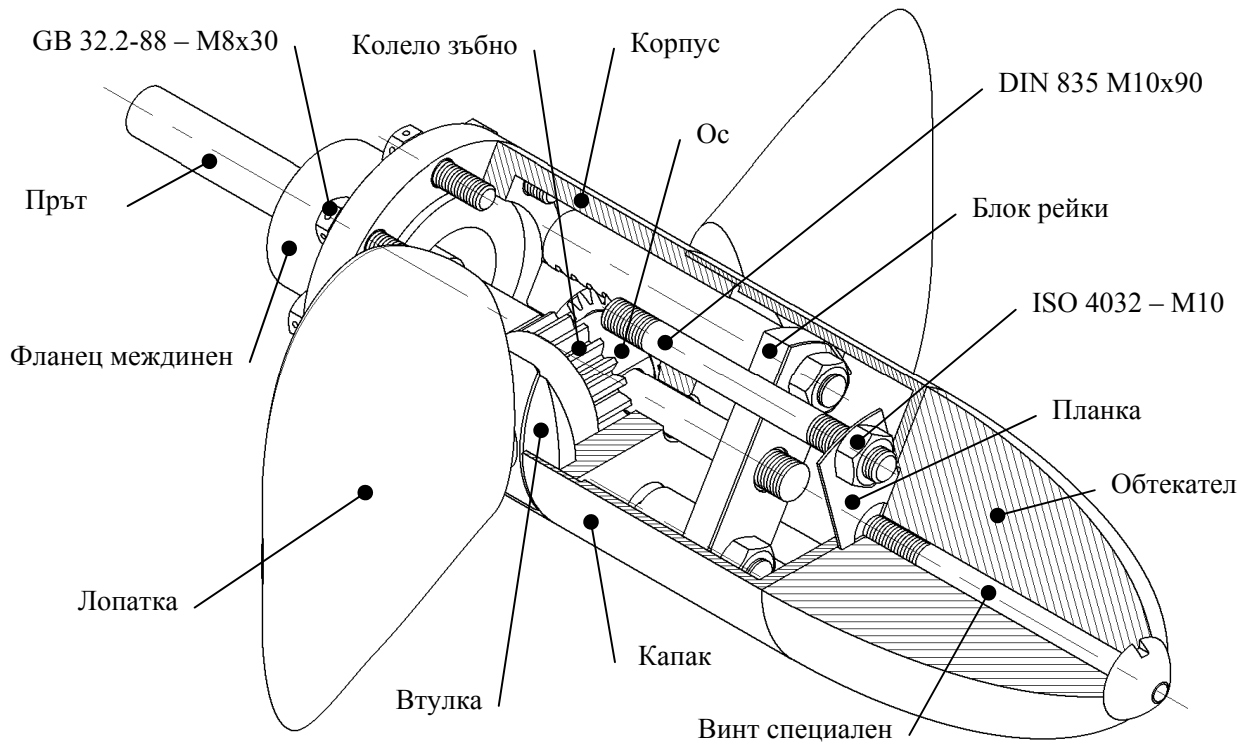
По време на обучението си студентите не само трябва да работят с последната версия на CAD системата, но и да са запознати с новата функционалност, която тя предлага. Така те ще бъдат подготвени за предизвикателствата на професионалната си дейност като специалисти.

Хартиено ръководство	Електронно ръководство
<ul style="list-style-type: none">• Дълъг период на издаване• Дълъг период на използване• Допълнителни ограничения:<ul style="list-style-type: none">– Ограничен обем– Качество (черно-бели изображения)	<ul style="list-style-type: none">• Изключително кратко време на издаване• Моментално разпространение по Internet• Допълнителни предимства:<ul style="list-style-type: none">– Високо качество– Анимация– Хипервръзки

Фиг.1 Сравнение между характеристики на хартиено и електронно ръководство за самоподготовка по CAD



Фиг.2 Структура на създадения сайт за самоподготовка по Autodesk Inventor



Фиг.3 Сглобена единица “Винт корабен с управляема стъпка”

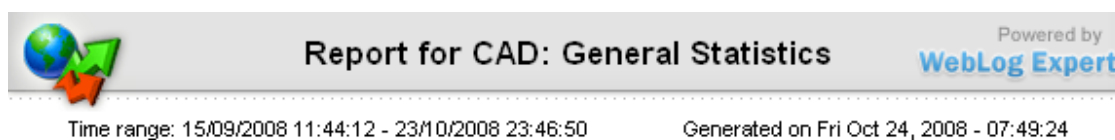
В настоящата работа ръководството за самоподготовка по CAD се разглежда като основен източник на познания на студентите. Анализират се характеристиките на хартиено и електронно ръководство и се правят изводи за подходящата форма на представяне на информацията.

Сравнение между хартиено и електронно ръководство за самоподготовка по CAD

Класическите (хартиените) ръководства, предназначени за самоподготовка на студентите,

често са свързани с продължително време на издаване. Така в момента на тяхното отпечатване, или скоро след това, се появява нова версия на разглежданата CAD система, която не е отразена в ръководството. От друга страна, по разбираеми причини ръководствата имат определен период на ползване, който може да продължи няколко години. Като следствие от посочените обстоятелства хартиените ръководства за самоподготовка в по-големия период от своето използване не отговарят на текущото ниво на развитие на разглежданата CAD система.

Освен проблемите, свързани с постигане на

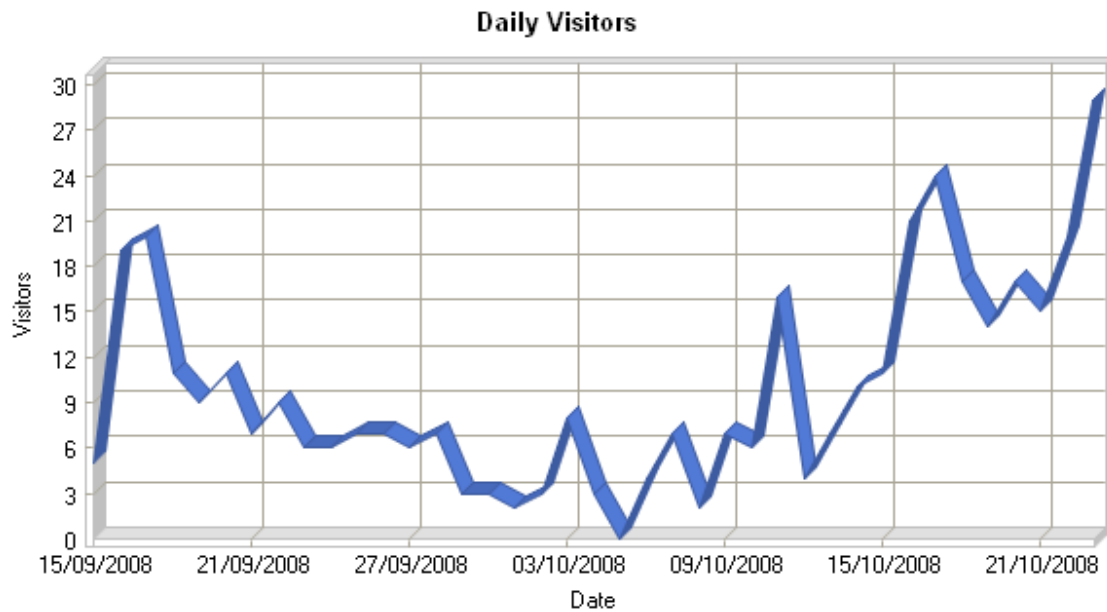


Summary

Summary

Hits	
Total Hits	29,026
Average Hits per Day	744
Average Hits per Visitor	75.79
Cached Requests	7,820
Failed Requests	1,435
Page Views	
Total Page Views	8,869
Average Page Views per Day	227
Average Page Views per Visitor	23.16
Visitors	
Total Visitors	383
Average Visitors per Day	9
Total Unique IPs	205
Bandwidth	
Total Bandwidth	1.93 GB
Average Bandwidth per Day	50.63 MB
Average Bandwidth per Hit	69.66 KB
Average Bandwidth per Visitor	5.16 MB

Фиг.4 Обобщена статистика на посещенията



Фиг.5 Брой на посещенията по дни

своевременно обновяване на ръководството, хартиената форма е свързана и с други ограничения. С оглед намаляване стойността на ръководството, често се поставят ограничени върху обема и качеството. Обикновено се отпечатват черно-бели илюстрации, които са по-неясни и не отговарят на действителното изображение върху екрана на монитора. Противоположност на хартиената форма за представяне на информацията е електронният вариант на ръководството. Електронното ръководство за самоподготовка по CAD преодолява посочените ограничения.

Времето за издаване на електронно ръководство е изключително кратко. При разпространение по Internet е възможно всяка завършена част да се предоставя на студентите, преди окончателното завършване на цялото ръководство за самоподготовка. Лесно се правят корекции. Всички забелязани неточности или неясноти се поправят в електронния документ и веднага са достъпни за студентите.

При електронен вариант на ръководството за самоподготовка качеството на илюстрациите е високо и практически не изисква допълнителни средства, понеже се осъществява от наличния хардуер. Като допълнителни предимства може да се посочат възможността за анимация и хипервръзките. Хипервръзките позволяват да се

прави бърза справка с различни части от ръководството.

Разгледаните характеристики на хартиено и електронно ръководство за самоподготовка са обобщени на фиг.1.

Експериментален Internet сайт за самоподготовка по CAD

Създаден е експериментален Internet сайт за самоподготовка за упражнения по Autodesk Inventor [1]. Целта на създадения сайт е да се направи анализ на електронно ръководство и неговото разпространение по Internet. Структурата на създадения сайт е показана на фиг.2. Съдържа две основни части – теоретична част и практическа част.

Теоретичната част съдържа обобщено описание на функционалността на съвременните CAD системи. Благодарение на нея студентите могат да осмислят начина за създаване модел на детайл и сглобена единица и по-лесно да усвоят командите на конкретната CAD система.

Целта на практическата част е студентите да придобият умения за работа с Autodesk Inventor. Обхванати са основните задачи, свързани с моделиране и документиране на механично изделие.

Упражненията включват:

- Моделиране и документиране на детайли от сглобена единица Винт корабен с управляема стъпка (фиг.3):
 - Създаване 3D модел на детайл;
 - Генериране на технически чертеж от 3D модел.
- Моделиране и документиране на сглобена единица Винт корабен с управляема стъпка (фиг.3):
 - Създаване 3D модел на сглобена единица от съществуващи детайли;
 - Генериране на технически чертеж на сглобена единица от 3D модел
 - Генериране на списък на съставните части от 3D модел.

Интерес на студентите към електронното ръководство за самообучение по CAD

Заключение за интереса на студентите се прави въз основа на анализ на записите за посещенията на създадения сайт. Статистическата обработка на записите е извършена с помощта на WebLog Expert [2].

Обобщената статистика на посещенията е показана на фиг.4. От фигурата се вижда, че сайтът е посетен от 205 различни IP адреса, т.е. различни компютъра. При допускането, че всеки студент посещава сайта от един и същ компютър, може да се направи предположение за броя на студентите, които са разгледали сайта. Като се има предвид, че експерименталното Internet базирано ръководство е предназначено за (и е обявено само на) един факултет с общо 240 студента, може да се

Top Hosts

	Host	Country	Hits	Visitors	Bandwidth (KB)
1	*** **	United Kingdom	32	16	3
2	*** **	Bulgaria	2,005	12	99,209
11	*** **	Bulgaria	234	5	11,814
12	*** **	Bulgaria	366	4	29,484
13	*** **	Bulgaria	780	4	81,347
14	*** **	Bulgaria	265	4	36,420
15	*** **	Bulgaria	10	4	770
16	*** **	Bulgaria	187	4	11,999
17	*** **	Bulgaria	93	3	10,587
18	*** **	Bulgaria	158	3	2,784
19	*** **	Bulgaria	320	3	10,000
20	*** **	Bulgaria	493	3	30,137
21	*** **	Bulgaria	164	3	1,401
22	*** **	Bulgaria	214	3	8,569
23	*** **	Bulgaria	12	3	1
24	*** **	Bulgaria	91	3	4,428
25	*** **	Bulgaria	30	3	51
26	*** **	Bulgaria	79	3	1,339
27	*** **	Bulgaria	111	3	15,584
28	*** **	Bulgaria	18	3	2
29	*** **	Bulgaria	635	3	15,163
30	*** **	Bulgaria	12	3	18
31	*** **	Bulgaria	258	3	14,066

Фиг.6 Повторни посещения

отчете сравнително високо ниво на интерес. Във връзка с това трябва да се отбележи, че упражненията по Autodesk Inventor започват няколко седмици след разглеждания период, или в случая става въпрос за предварителен интерес на студентите. На фиг.5 е показана графиката на броя на посещения по дни. След първоначалния интерес при съобщаването на сайта се забелязва известно намаляване на посещенията. Както беше посочено по-горе, тук става въпрос да предварителен интерес на студентите. В края на разглеждания период активността се увеличава. Причина за това са наближаващите практически упражнения с Autodesk Inventor, за които студентите започват да се подготвят.

Фиг.6 дава представа за повторните посещения. Обикновено се смята, че едно посещение е проява на любопитство. Повторното посещение означава, че информацията на сайта е оценена като полезна и представлява интерес.

Изводи и заключение

Сравнението между хартиено и електронно ръководство за самообучение по CAD показва определени предимства в полза на електронното ръководство. Освен възможността за постоянно поддържане на актуалността, електронната форма

Автори:

доц. д-р Петър Виктор Горанов, Технически университет - София
доц. д-р Атанас Стоев Стоев, Технически университет - София

позволява да се постигне високо качество на илюстрациите, които доближават описанието до реалната работа с CAD системата.

Бързото разпространение и лесното редактиране на електронното ръководство позволява да се осъществи непосредствена обратна връзка със студентите. Всички задавани въпроси или неясноти може своевременно да се отразят в електронното ръководство, което е предпоставка за подобряване качеството на обучението.

Трябва да се посочи, че представените статистически оценки се отнасят за предварителния интерес на студентите, понеже практическите упражнения с Autodesk Inventor все още не са започнали. Окончателната оценка за влиянието на Internet базираното ръководство върху нивото на знанията на студентите ще бъде направена в края на семестъра след приключване на практическите упражнения.

Литература

1. Autodesk Inventor 2008, Getting started, San Rafael, CA, Autodesk, Inc., 2007, p.309.
2. WebLog Expert - Powerful log analyzer, <http://www.weblogexpert.com/>

ANALYSIS OF INTERNET BASED TEXTBOOK OF CAD

Petar Goranov
Atanas Stoev

A parallel with paper and electronic textbook of CAD is made. The quality of teaching is object of comparison. An electronic textbook of Autodesk Inventor is built. This textbook is available on Internet. Conclusions of the students' interest in this form of textbook are made on analysis of the site visits.

Key words: electronic textbook, Internet, CAD teaching, Autodesk Inventor

Doc. Peter Goranov, PhD, Technical University – Sofia
Doc Atanas Stoev, PhD, Technical University – Sofia

ОСНОВНИ СВОЙСТВА НА СФЕРИЧНОПЕРСПЕКТИВНОТО ПРОЕКТИРАНЕ

Маруся Теофилова Людмила Балтова Васил Пенчев
 mat@tu-sofia.bg lbaltova@tu-sofia.bg vasil_penchev@tu-sofia.bg

Сферичноперспективното проектиране е метод на централно проектиране с ъгъл на зрителното поле 180° , при който геометричните обекти се проектират върху полусферична проекционна повърхнина от център, съвпадащ с центъра на полусферата, след което се проектират ортогонално върху вертикална равнина. В работата са обобщени свойствата на сферичноперспективното проектиране. Направена е съпоставка между свойствата на успоредното и сферичноперспективното проектиране.

Ключови думи: сферичноперспективно проектиране, свойства на сферичноперспективното проектиране

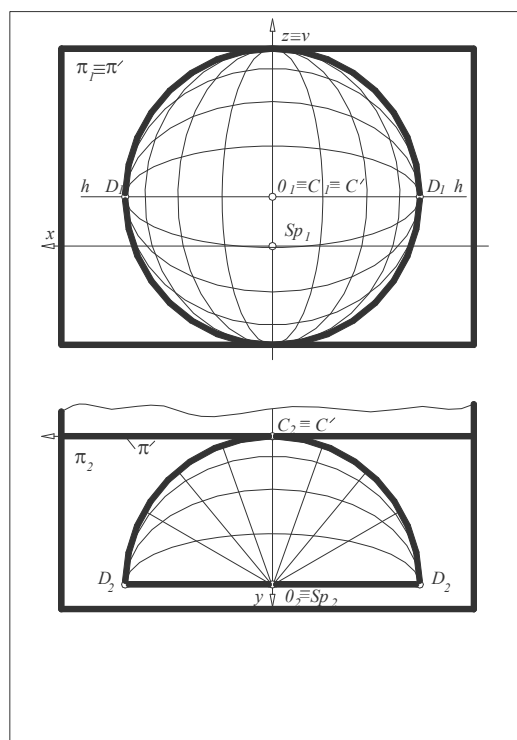
Увод

Сферичноперспективното проектиране е метод на централно проектиране с ъгъл на зрителното поле 180° , при който геометричните обекти се проектират върху полусферична проекционна повърхнина от център, съвпадащ с центъра на полусферата, след което се проектират ортогонално върху вертикална равнина [1]. От предимствата на метода, като средство за художествено въздействие, се ползват още художници като Леонардо и Хердман [2]. Въпреки че е класифициран като архитектурен от Чуховски [3], методът не получава развитие като проекционен метод. Върху интуитивни анализи и експерименти Ст. Лазаров формулира правила за изобразяване, илюстрирани с технически рисунки [1], без да предлага алгоритми за построяването им. Развитие сферичноперспективното проектиране получава в [4], където със средствата на приложната геометрия е обоснован инженерен подход и са предложени алгоритми за изобразяване на основни геометрични обекти.

Настоящата работа, анализирайки получените в [4] резултати, обобщава свойствата на сферичноперспективното проектиране и ги съпоставя с основните свойства на успоредното проектиране (УП) [5].

Изложение

Модел на сферичноперспективна проекционна система е предложен на фиг.1, където означенията са съобразени с ISO 5456-4-1996 [6], където:



Фиг.1

π_1 , π_2 и π_3 - съответно фронтална, хоризонтална и профилна проекционна равнини в системата на Монж;

π – проекционна полусферична повърхнина;

π' – проекционна “изобразителна” равнина в СП система;

χ – равнина на хоризонта;

γ – предметна (базова) равнина;

O – център на проектиране, идентичен с центъра на проекционната полусфера с радиус R в СП проекционна система;

Sp – точка на стоене, място на наблюдение; в случая $Sp \subset \gamma$;

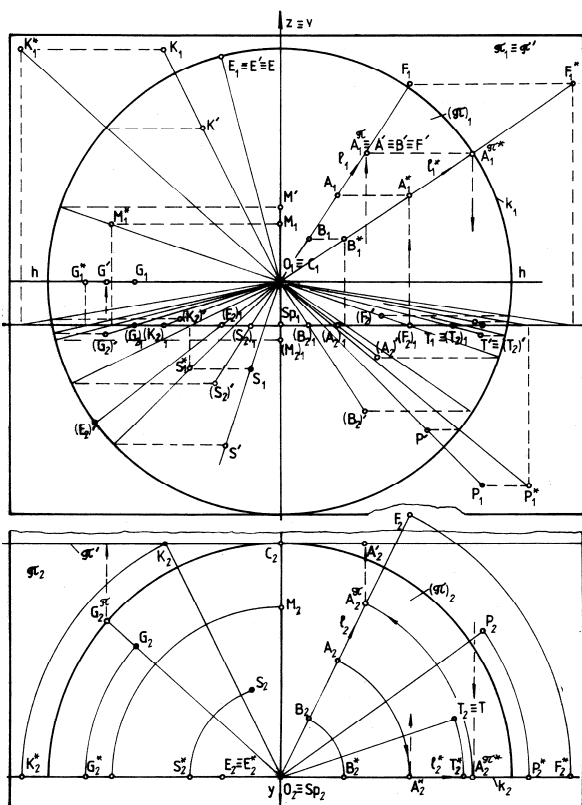
h - линия на хоризонта, $h = \chi \cap \pi'$; проекция върху π' на сечението на равнината на хоризонта с проекционната полусфера;

C – главна точка, $C \subset h$;

D – дистанционни точки, принадлежащи на линията на хоризонта точки, отдалечени от главната точка C на разстояние радиусът R на полусферичната повърхнина;

v – главна вертикала.

За удобство се приема, че $\pi' \equiv \pi_1$ и полусферичната проекционна повърхнина притежава обща точка C с π' . Радиусът ѝ се избира съобразно габаритите на изобразявания обект и положението му спрямо центъра на проектиране O .



Фиг.2

Свойство 1.

Проекцията на точка е точка [5].

Сферичноперспективната проекция (СПП) на точка е точка - фиг.2.

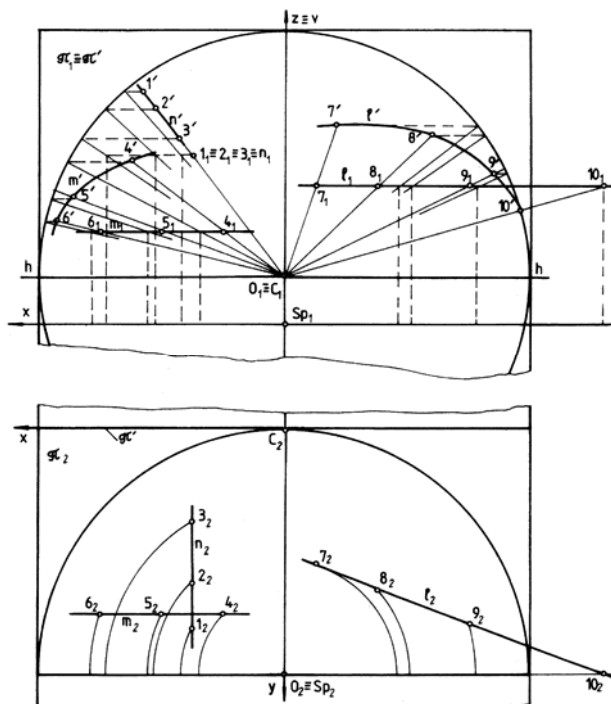
Показаните примери изразяват първото свойство на сферичноперспективното проектиране, аналогично на УП.

Свойство 2.

В УП проекцията на права е права, проекцията на проектираща права е точка [5].

В сферичноперспективното проектиране проекцията на права в общо положение е крива, ортогонална проекция върху изобразителната равнина π' на сечението на проектиращата равнина, инцидентна на правата, и полусферичната проекционна повърхнина π . По аналогия с линейната перспектива СПП на права е инцидентна на СПП на т.н. "начало" (сечение на правата с проекционната повърхнина) и СПП на убежната ѝ точка;

- СПП на проектираща към изобразителната равнина права n е права, инцидентна на точка C – фиг.3;



Фиг.3

- СПП на права m , успоредна на изобразителната и на предметната равнини е част от елипса, инцидентна на дистанционните точки D , проекция върху π' на полуокръжността, сечение на проектиращата равнина с полусферичната повърхнина π – фиг.3. За разлика

от линейната перспектива СПП на такава права е с две убежни точки, съвпадащи с дистанционните точки D ;

- СПП на права l , успоредна на предметната равнина и произволно ориентирана спрямо изобразителната, е част от полуелипса с убежна точка СП проекция на прободната точка на успореден на правата проектиращ лъч с полусферата – фиг.3

- СПП на проектираща към предметната $\gamma \equiv \pi_2$ равнина права m е полуелипса с убежни точки върху главната вертикала v – фиг.4;

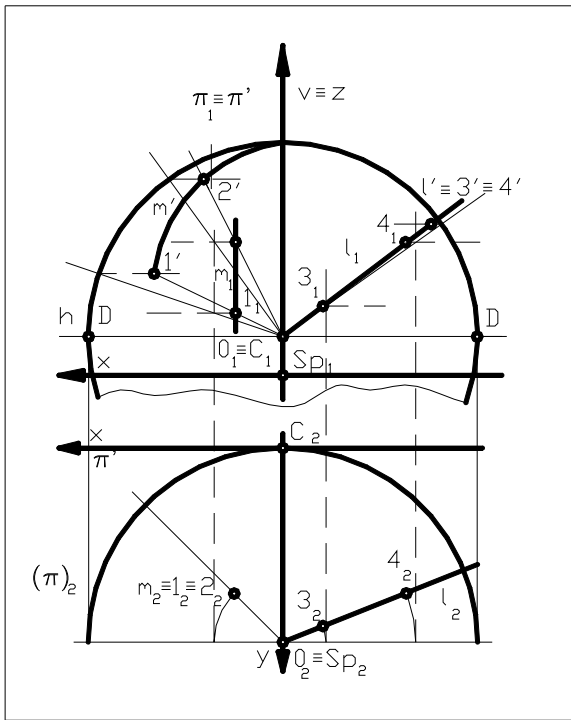
- СПП на права l , инцидентна с центъра на проектиране $t.O$, е точка - фиг.4;

- СПП на права, инцидентна на точките O и C , е точка, съвпадаща с точка C .

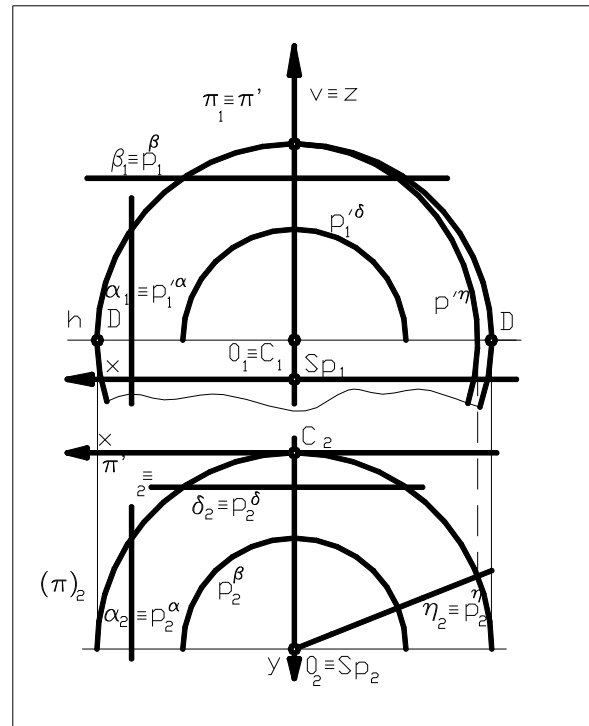
- СПП на проектираща към π' равнина и произволно ориентирана спрямо предметната е равнина, идентична с изобразителната π' . Проекцията на дията ѝ е крива, проекция на сечението между равнината и проекционната повърхнина π върху изобразителната равнина;

- СПП на равнина α , проектираща към изобразителната π' и към предметната равнини е равнина, идентична с изобразителната. Проекцията на дията ѝ е вертикална отсечка - фиг.5;

- СПП на равнина β , успоредна на предметната, е равнина идентична с π' . Проекцията на дията ѝ е хоризонтална отсечка фиг.5;



Фиг.4



Фиг.5

Свойство 3

В УП проекцията на равнина е равнина, идентична с проекционната, проекцията на проектираща равнина е права [5].

В сферичноперспективното проектиране:

- СПП на равнина в общо положение е равнина, идентична с изобразителната π' . Дията на равнината е крива, проекция на сечението между равнината и проекционната повърхнина π върху изобразителната равнина;

- СПП на равнина δ , успоредна на изобразителната π' , е равнина идентична с π' . Проекцията на дията ѝ е окръжност с център точка C - фиг.5.

- СПП на равнина, проектираща към предметната равнина и произволно ориентирана спрямо изобразителната, е равнина, идентична с изобразителната. Проекцията на дията ѝ е крива;

- СПП на равнина η , проектираща към предметната равнина и инцидентна на точка O , е полуелипса с убежни точки върху главната вертикала v – фиг. 5;

- СПП на равнина, успоредна на предметната и идентична на точките O и C е права, идентична с линията на хоризонта h . Проекцията на дията η е отсечка, принадлежаща на линията на хоризонта.

Свойство 4

В УП проекцията на проекцията на пространството е равнина, идентична с проекционната [5].

При сферичноперспективното проектиране проекцията на пространството е равнина, идентична с изобразителната π' .

Свойство 5

При УП отношението принадлежност е инвариантно, т.е. за всяка проекционна равнина π_i ако два геометрични обекта са в отношение принадлежност, то техните проекции в съответните равнини запазват това отношение [5].

Това свойство е валидно при сферичноперспективното проектиране.

Свойство 6

В УП проекцията е инвариантна спрямо успоредното пренасяне на проекционна равнина [5].

В сферичноперспективната проекционна система това свойство запазва смисъла си само по отношение на успоредното пренасяне на изобразителната равнина.

Свойство 7

Дължината на проекция на отсечка, успоредна на проекционната равнина, се запазва [5].

В сферичноперспективното проектиране това свойство губи смисъла си.

Свойство 8

Отношението на дължините на успоредни отсечки се запазва при УП [5].

В сферичноперспективното проектиране това свойство загубва смисъла си.

Свойство 9

Между първообраза и проекцията му съществува еднозначно съответствие, т.е. всеки първообраз има точно определена и единствена проекция. Между цилиндричната проекция и първообраза, обаче, не съществува еднозначно съответствие [5].

В сферичноперспективното проектиране това свойство запазва смисъла си. СПП не определя еднозначно първообраза. За целта е необходимо построяването на т.н. „вторична проекция” – СПП на ортогоналната проекция на първообраза в предметната равнина

Заклучение

В работата са обобщени свойствата на сферичноперспективното проектиране. Направена е съпоставка между свойствата на успоредното и сферичноперспективното проектиране.

Направените обобщения са допълнение към теорията на сферичноперспективното проектиране.

Литература

1. Лазаров, Ст., Сферичната перспектива в рисунката, “Български художник”, София, 1995.
2. Цонев, К., П. Бацили, Б. Ангелушев. Леонардо да Винчи, “Българска книга”, София, 1942.
3. Чуховски, П. Конструктивна перспектива, София, “Наука и изкуство”, 1968.
4. Теофилова М., Метод на въртенето при построяване на сферичноперспективни изображения на геометрични обекти, Сборник доклади от Научно-технологична конференция с международно участие Трибология 2001, стр.198, София.
5. Златанова, Е., Ст. Иванов, Н. Цървенков, Приложна геометрия и инженерна графика – част I, Паралакс, С. 1998.
6. ISO 5456-4-1996 TECHNICAL DRAWINGS – PROJECTION METHODS. CENTRAL PROJECTION.

Автори

доц.д-р Маруся Антова Теофилова, Технически университет – София
ст. ас. инж. Людмила Иванова Балтова, Технически университет – София
ст. ас. инж. Васил Пенчев Пенчев, Технически университет – София

FUNDAMENTAL CHARACTERISTICS OF SPHERE-PERSPECTIVE- PROJECTION

Marusia Teofilova, Liudmila Baltova, Vasil Penchev

The sphere-perspective-projection is a method of Central projection. 180° -angle optical field. In this way the geometry-object projects on hemi-sphere-surface from center- point laying on hemi-sphere-center and projects ortho- to vertical plane. Here we generalize attributes of sphere-perspective -projection and have comparison to usual parallel-projection.

Key words: sphere-perspective-projection, attributes of sphere-perspective -projection

Assoc. Prof. Marusia Teofilova, PhD, Technical University - Sofia

Assistant prof. Liudmila Baltova, Technical University – Sofia

Assistant prof. Vasil Penchev, Technical University – Sofia

ОСНОВНИ СВОЙСТВА НА ЦИЛИНДРИЧНОПЕРСПЕКТИВНОТО ПРОЕКТИРАНЕ

Маруся Теофилова Людмила Балтова Георги Тонков
mat@tu-sofia.bg lbaltova@tu-sofia.bg gptonkov@tu-sofia.bg

Цилиндричноперспективното проектиране (ЦПП) е метод на централно проектиране с ъгъл на зрителното поле 180° , при който геометричните обекти се проектират върху полуцилиндрична проекционна повърхнина от център, принадлежащ на оста z , след което се проектират ортогонално върху вертикална равнина. В работата са обобщени свойствата на цилиндричноперспективното проектиране. Направена е съпоставка между свойствата на успоредното и цилиндричноперспективното проектиране.

Ключови думи: цилиндричноперспективно проектиране, свойства на цилиндричноперспективното проектиране

Увод

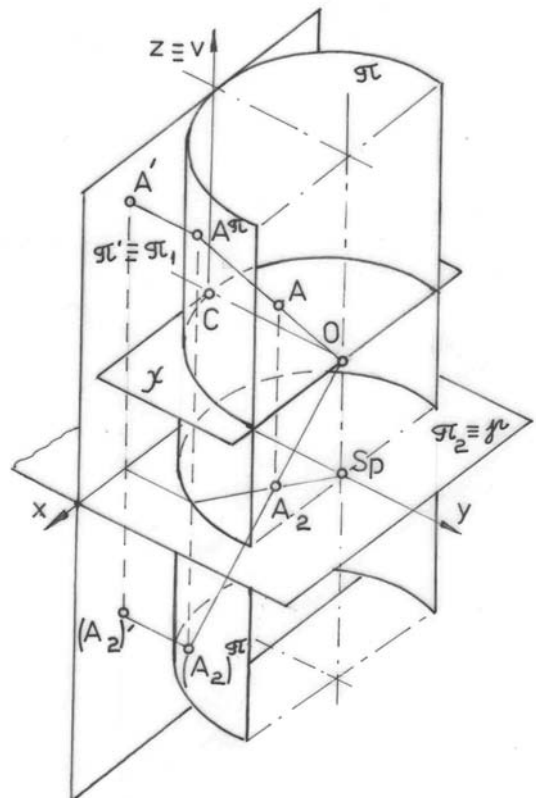
В търсенето на визуално въздействие художници и архитекти ползват метода на централно проектиране върху ротационна повърхнина [1, 2, 3, 4]. Линейната перспектива се смята за частен случай на “научната”, “перцептивна” перспектива – “перспективна система с качества на универсалност, при която проектирането се извършва върху “огънати” повърхнини”. Раушенбах аналитично обосновава проекционна система, при която централното проектиране се осъществява върху вертикална цилиндрична повърхнина, която се разгъва до “картинна” равнина след проектиране на обектите върху нея [5].

Цилиндричноперспективното проектиране (ЦПП) е метод на централно проектиране с ъгъл на зрителното поле 180° , при който геометричните обекти се проектират върху полуцилиндрична проекционна повърхнина от център, принадлежащ на оста z , след което се проектират ортогонално върху вертикална равнина.

Настоящата работа, анализирайки получените в [6] резултати, обобщава цвойствата на ЦПП и ги съпоставя със свойствата на успоредното проектиране (УП).

Изложение

Модел на ЦП проекционна система е предложен на фиг.1 [6]. Методът на проектиране е илюстриран чрез изобразяване



Фиг. 1

на точка. ЦП проекционна система се обвързва с ортогоналната система на Монж.

Въведени са означения, съобразени с ISO 5456-4-1996 [7, 8], където:

π_1 , π_2 и π_3 - съответно фронтална, хоризонтална и профилна проекционна равнини в системата на Монж;

π – проекционна полуцилиндрична повърхнина;

π' – проекционна “изобразителна” равнина в ЦП система;

χ – равнина на хоризонта;

γ – предметна (базова) равнина;

O – център на проектиране, принадлежащ на оста на проекционната полуцилиндрична повърхнина с радиус R в ЦП проекционна система;

Sp – точка на стоене, място на наблюдение; в случая $Sp \subset \gamma$;

h - линия на хоризонта, $h = \chi \cap \pi'$; проекция върху π' на сечението на равнината на хоризонта с проекционния полуцилиндър;

C – главна точка, $C \subset h$;

D – дистанционни точки, принадлежащи на линията на хоризонта точки, отдалечени от главната точка C на разстояние радиусът на полуцилиндричната повърхнина;

v – главна вертикала

За удобство се приема, че $\pi' \equiv \pi_1$ и полуцилиндричната проекционна повърхнина притежава обща точка C с π' . Радиусът ѝ се избира съобразно габаритите на изобразявания обект и положението му спрямо центъра на проектиране O

Показаният пример изразява първото свойство на ЦПП, аналогично на УП [7].:

Свойство 1.

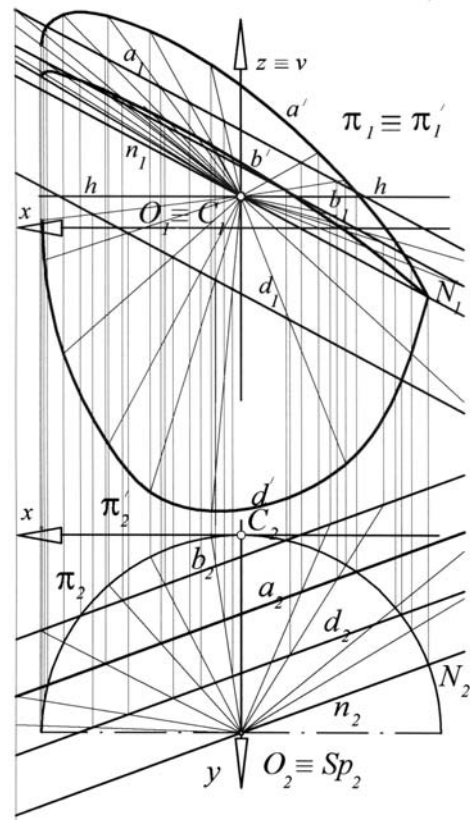
Проекцията на точка е точка.

Свойство 2.

В УП проекцията на права е права, проекцията на проектираща права е точка [7].

В ЦПП проекцията на права в общо положение е крива, ортогонална проекция върху изобразителната равнина π' на сечението на проектиращата равнина, инцидентна на правата, и полуцилиндричната проекционна повърхнина π . По аналогия с линейната перспектива ЦП проекция на права е инцидентна на ЦП проекция на т.н. “начало” (сечение на правата с проекционната повърхнина) и ЦП проекция на убежната ѝ точка – фиг. 2;

- ЦП проекция на проектираща към предметната $\gamma \equiv \pi_2$ права е вертикална права – фиг.3.



Фиг.2

- ЦП проекция на проектираща към изобразителната равнина права е права, инцидентна на точка C – фиг.3;

- ЦП проекция на права, успоредна на изобразителната и на предметната равнини е част от елипса, проекция върху π' на полуелипсата, сечение на проектиращата равнина с полуцилиндричната повърхнина π – фиг.3. За разлика от линейната перспектива ЦП проекция на такава права е с две убежни точки, съвпадащи с дистанционните точки D ;

- ЦП проекция на права, инцидентна с центъра на проектиране т. O , е точка.;

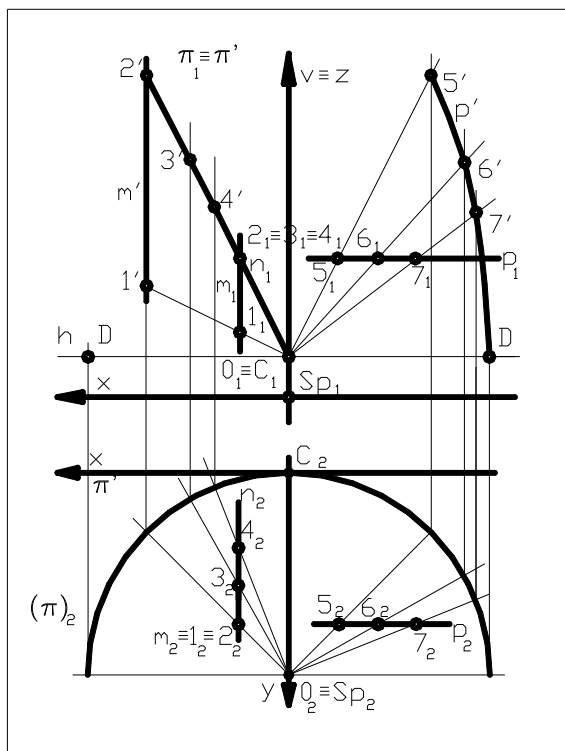
- ЦП проекция на права, инцидентна на точките O и C е точка, съвпадаща с точка C .

Свойство 3

В УП проекцията на равнина е равнина, идентична с проекционната, проекцията на проектираща равнина е права [7].

В ЦПП:

- ЦП проекция на равнина в общо положение е равнина, идентична с изобразителната π' . Дирята на равнината е крива, проекция на сечението между равнината и проекционната повърхнина π върху изобразителната равнина;



Фиг.3

- ЦП проекция на равнина, успоредна на предметната, е равнина идентична с π' . Проекцията на дирята γ е част от елипса;

- ЦП проекция на равнина, успоредна на изобразителната π' , е равнина, идентична с изобразителната. Проекцията на дирята γ са две вертикални прави, симетрично разположени спрямо главната вертикала v .

- ЦП проекция на равнина, проектираща към предметната равнина, е равнина, идентична с изобразителната. Проекцията на дирята γ са една или две вертикални прави;

- ЦП проекция на равнина, проектираща към предметната равнина и инцидентна на точка O , е права, идентична с дирята γ ;

- ЦП проекция на равнина, успоредна на предметната и идентична на точките O и C е права, идентична с линията на хоризонта h .

Проекцията на дирята γ е отсечка, принадлежаща на линията на хоризонта.

- ЦП проекция на проектираща към π' равнина и произволно ориентирана спрямо предметната е равнина, идентична с изобразителната π' . Проекцията на дирята γ е крива, проекция на сечението между равнината и проекционната повърхнина π върху изобразителната равнина;

- ЦП проекция на равнина, проектираща към изобразителната π' и към предметната равнини е равнина, идентична с изобразителната. Проекцията на дирята γ е вертикална права;

Свойство 4

В УП проекцията на пространството е равнина, идентична с проекционната [7].

При ЦПП проекцията на пространството е равнина, идентична с изобразителната.

Свойство 5

При УП отношението принадлежност е инвариантно, т.е. за всяка проекционна равнина π_i ако два геометрични обекта са в отношение принадлежност, то техните проекции в съответните равнини запазват това отношение [7].

Това свойство е валидно при ЦПП.

Свойство 6

В УП проекцията е инвариантна спрямо успоредното пренасяне на проекционна равнина [7].

В ЦП проекционна система това свойство запазва смисъла си само по отношение на успоредното пренасяне на изобразителната равнина.

Свойство 7

Дължината на проекция на отсечка, успоредна на проекционната равнина, се запазва [7].

В ЦПП дължината на проекция на отсечка, проектираща към предметната равнина и инцидентна на полуцилиндричната повърхнина, се запазва.

Свойство 8

Отношението на дължините на успоредни отсечки се запазва при УП [7].

В ЦПП това свойство се проявява като частен случай - ако дадена отсечка, проектираща към предметната равнина, е разделена на части в определено отношение, то ЦП γ проекция запазва тези пропорции между отделните γ дължини.

Свойство 9

Между първообраза и проекцията му съществува еднозначно съответствие, т.е. всеки

първообраз има точно определена и единствена проекция. Между цилиндричната проекция и първообраза, обаче, не съществува еднозначно съответствие [7].

В ЦПП това свойство запазва смисъла си. ЦПП не определя еднозначно първообраза. За целта е необходимо построяването на т.н. „вторична проекция” – ЦП проекция на ортогоналната проекция на първообраза в предметната равнина.

Заключение

В работата са обобщени свойствата на ЦПП. Направена е съпоставка между свойствата на успоредното и ЦПП.

Направените обобщения са допълнение към теорията на ЦПП.

Литература

1. Цонев, К., П. Бацили, Б. Ангелушев. Леонардо да Винчи, “Българска книга”, София, 1942.

Автори

Доц. д-р Маруся Антова Теофилова, Технически университет – София

Ст.ас. Людмила Иванова Балтова, Технически университет – София

Ст.ас. Георги Петров Тонков, Технически университет – София

2. Чуховски, П. Конструктивна перспектива, София, “Наука и изкуство”, 1968.
3. Kemp, M. THE SCIENCE OF ART. Optical themes in western art from Brunelleschi to Seurat. Yale Univ. Press, 1989.
4. Лазаров, Ст., Сферичната перспектива в рисунката, “Български художник”, София, 1995.
5. Раушенбах, Б.В. Системы перспективы в изобразительном искусстве, М. Наука, Изд.АН СССР, 1986.
6. M. Teofilova Imagin of fundamental geometric objects on cylinder-perspective projection Proceedings, p.183, Novi Sad.
7. Златанова, Е., Ст. Иванов, Н. Цървенков, Приложна геометрия и инженерна графика – част I, Паралакс, С. 1998.
8. ISO 5456-4-1996 TECHNICAL DRAWINGS – PROJECTION METHODS. CENTRAL PROJECTION.

FUNDAMENTAL CHARACTERISTIC OF CYLINDERPERSPECTIVE PROJECTION

Marusia Teofilova, Liudmila Baltova, Georgy Tonkov

The training of descriptive geometry is going in bachelor- degree – III-rd terminal 10 years for students of Engineer-design. Study-program covers the themes of extend-lectures, explaining parallel- and central-projection and construction of shadows. Here we have analysis of results and have proposals of changing of study-program, according to specific training of this group of students.

Key words: teaching, descriptive geometry, study-program.

Assoc. Prof. Marusia Teofilova, PhD, Technical University - Sofia

Ass. prof. Liudmila Baltova, Technical University - Sofia

Ass. prof. Georgy Tonkov, Technical University - Sofia

ОСОБЕНОСТИ НА ОБУЧЕНИЕТО НА СТУДЕНТИТЕ ОТ СПЕЦИАЛНОСТТА ИНЖЕНЕРЕН ДИЗАЙН ПО ДЕСКРИПТИВНА ГЕОМЕТРИЯ

Маруся Теофилова Десислава Пенева - Колева
mat@tu-sofia.bg desislawa_p@abv.bg

Обучението по дескриптивна геометрия на студентите от специалността Инженерен дизайн се провежда в бакалавърската степен (III семестър) вече почти десет години. Учебната програма покрива темите от разширения курс по дескриптивна геометрия, разглеждайки особеностите на успоредното и централно проектиране и построяване на сенки. В работата са предложени и анализирани постигнатите резултати и са направени предложения за изменения на учебната програма и формирането на методичните единици съобразно специфичната подготовка и нагласа на тази група студенти.

Ключови думи: обучение, дескриптивна геометрия, учебна програма

Увод

Обучението по Дескриптивна геометрия (ДГ) на студентите от специалността Инженерен дизайн се провежда в бакалавърската степен (III семестър) вече почти десет години. Учебната програма покрива темите от разширения курс по ДГ, разглеждайки особеностите на успоредното и централно проектиране и построяване на сенки. Оформя се текуща оценка въз основа на утвърдена точкова система с коефициенти на тежест съответно: текущ контрол с тест и контролна работа – 0.46; курсови задачи – 0.44; активна самостоятелна работа в ръководството за лабораторни упражнения – 0.1.

Изложение

Въпреки наличието на мотивация за работа при студентите от тази специалност, практиката показва че прилагането на установената в машинните специалности методика на преподаване не дава очакваните резултати. Липсата на математическо мислене и съответно ниво на математическа подготовка и заложеното пространствено мислене при тях налагат специфика при формирането на методичните единици.

Постигнатият успех като крайна оценка не позволява да се анализират проблемите по същество, както и да се предприемат конкретни

методични промени. За целта е съпоставесредния успех за съответните курсови работи, тест и контролна работа. В Таблица 1 е представена средната успеваемост за периода 2000 – 2008 г.

Логичен резултат са по-добрите показатели от Курсови задачи (КЗ) в сравнение с текущия контрол, предопределени от психологически фактори, факторите време и мотивация за работа. Наблюдават се подчертано високи стойности за КЗ 3 (Аксонметрично проектиране), въпреки сравнително голямата ѝ трудоемкост [1]. С нея студентите приключват в срок, в повечето случаи предварително, работят самостоятелно и без особени затруднения – резултат от заложените им пространствено мислене и мотивация. Нелогични са чувствителните различия в успеха от КЗ 1 (Позиционни и метрични задачи) и теста със същото съдържание. Тестът е с ниска степен на сложност, съдържа основни графични примери от изобразяване на точка, права и равнина, принадлежност, успоредност и перпендикулярност. Придружен е от една метрична задача, при която се използва една дипълнителна равнина. Обикновено КЗ 1 се предава с известно закъснение, независимо от интензивния контакт с преподавателя. Защитаването ѝ явно е по-скоро целево запаметяване на конкретни алгоритми, не систематизирано усвояване на материала. Още по-явни са тези разлики в диаграмите от фиг.1,

където в % са дадени оценките за КЗ 1 и теста за период. За съпоставка са предложени и диаграми с част от обучаваните групи през коментирания

Таблица 1 Средна успеваемост на студентите за периода 2000 – 2008г.

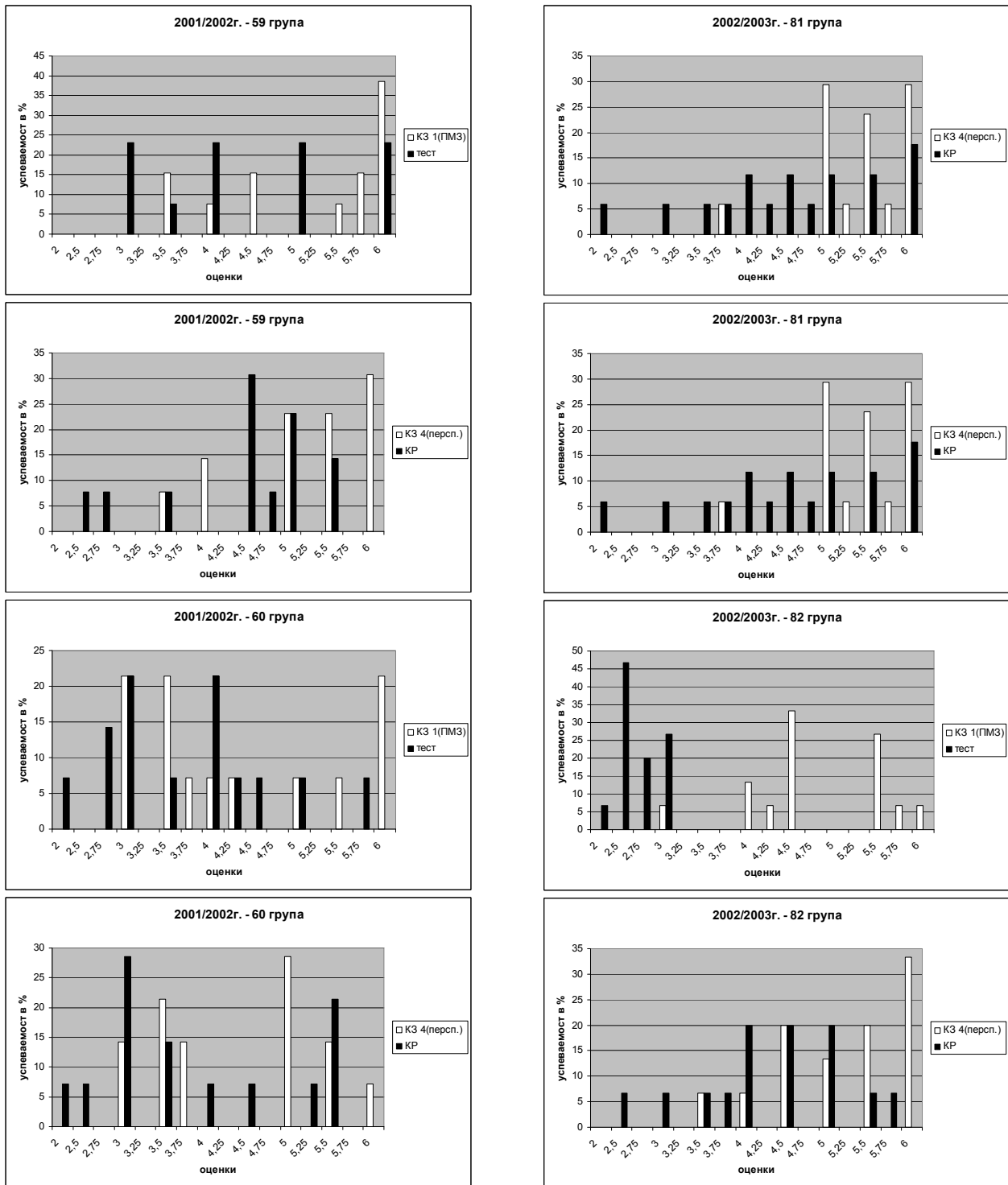
Уч. година	Група №	Позиционна и метрична задачи	Пресичане на повърхнини	Изометрия и диметрия	Перспективно проектиране	Тест	Контролна работа
1999/2000	112	4.18	4.87	5.00	4.96	2.75	3.50
	113	4.25	4.30	5.00	4.63	3.25	3.25
2000/2001	87	4.53	4.57	5.03	4.67	3.00	4.42
	88	5.00	4.97	5.46	4.87	3.25	3.75
2001/2002	59	5.00	5.04	5.00	5.30	4.50	4.00
	60	4.25	4.36	4.50	4.17	3.75	3.50
2002/2003	81	5.13	5.20	5.40	5.34	2.75	4.25
	82	5.28	4.90	5.07	5.17	2.75	4.25
2003/2004	89	4.54	4.38	4.63	4.77	2.75	3.75
2004	90a	4.75	4.12	4.56	4.75	3.00	4.25
2004/2005	89	4.77	4.86	5.13	5.23	3.75	4.25
	90a	5.14	5.04	4.75	5.32	3.50	3.50
	90б	4.82	4.61	4.89	4.82	3.50	4.25
2005/2006	20	5.31	5.26	5.47	5.67	3.00	4.75
2006/2007	107a	5.35	5.25	4.92	5.29	2.75	4.25
	107б	4.00	4.64	4.59	4.70	2.50	3.75
	109б	4.70	5.25	5.35	5.55	2.75	4.50
2007/2008	33a	4.52	4.46	4.71	4.83	2.50	3.75
	33б	3.95	4.30	4.62	4.92	2.50	3.75
	34a	4.57	4.57	4.82	4.96	2.75	4.25
	34б	5.07	5.04	5.11	5.45	3.00	4.25
	76	4.93	5.00	5.21	5.03	3.75	3.75

резултати от КЗ 4 (Перспективно проектиране) и Контролната работа със същата тематика. Вижда се, че при теста успеваемостта е в долната част на скалата, доминират оценките от 2.5 до 3, в единични случаи 5 и 6 (черните ленти). Оценките от КЗ 1 (бели ленти) са сравнително по-равномерно разпределени, обикновено изтеглени в горната част на скалата.

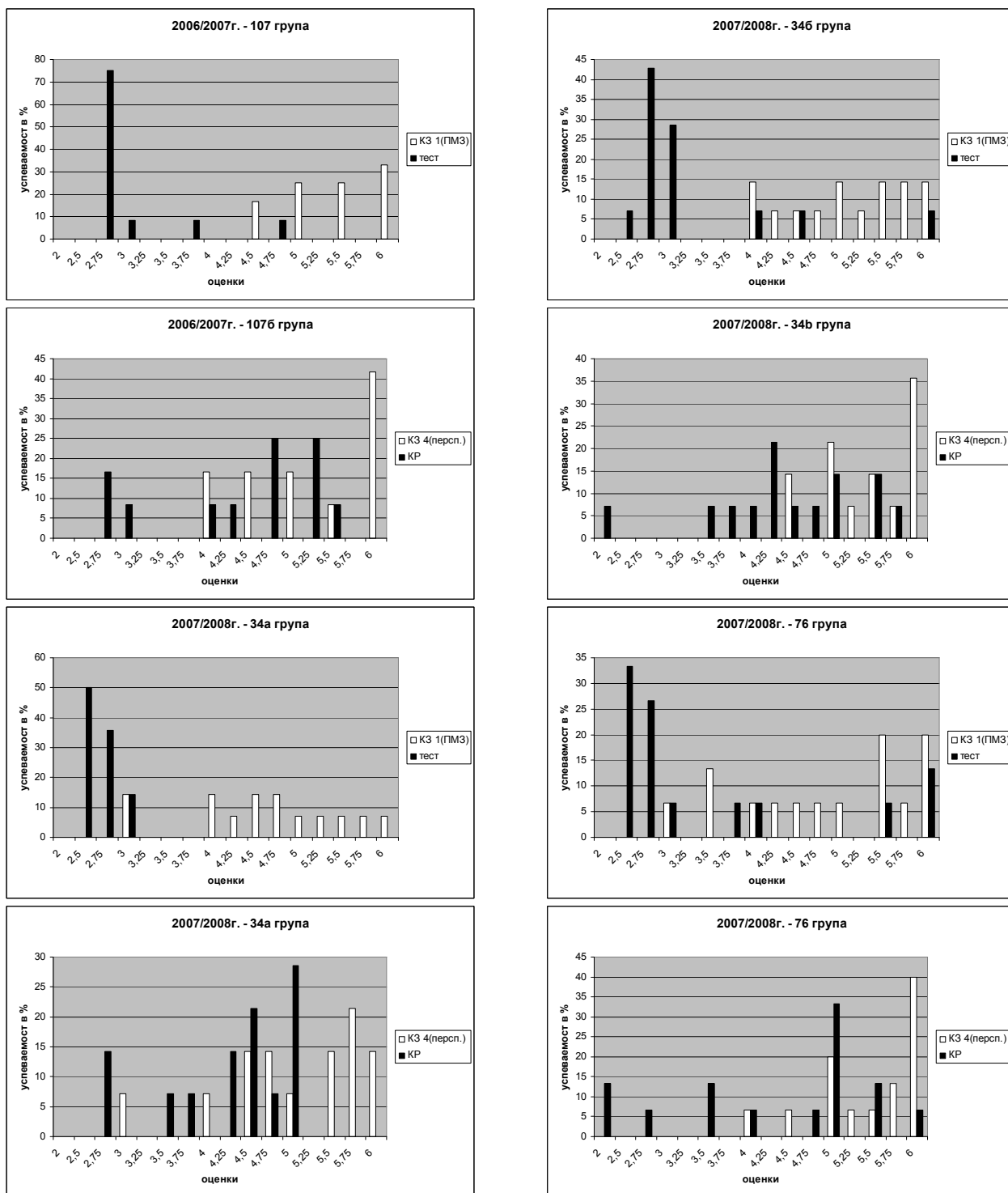
За сравнение при КЗ 4 и Контролната работа стойностите са по-равномерно разпределени върху цялата скала, изтеглени към горната ѝ част. За отбелязване е, че тази задача, както и Контролната работа са със значително по-висока степен на сложност и трудоемкост.

Специфична предпоставка за тези резултати са както предварителната подготовка на голяма част от студентите, така и мотивацията за работа почти при всички относно централното проектиране. Особено радващи са резултатите при последната подзадача от перспективно проектиране – изобразяване на реален обект по избор. Големият обем работа в кратките срокове в края на семестъра се компенсират с потребността от творческа изява при тези студенти.

В КЗ 4 преобладават много добрите и отлични оценки, които в доста групи покриват резултатите от Контролната работа.



Фиг. 1



Фиг.1

Анализът на постигнатите резултати позволява да се направят следните заключения и предложения:

– поради предразположението на студентите от Инженерен дизайн към КЗ 3 (Аксонетрично проектиране), липсата на психологически бариери и изявената нагледност на задачата, частта от материала Аксонетрия да се премести в началото на семестъра, съответно и КЗ 3;

– да се преработи ръководството за лабораторни упражнения в частта му Позиционни задачи, като по възможност към повечето от примерите да се приложи аксонетрично решение, което да мотивира целеви подход при прилагането на конкретни алгоритми вместо механичен подбор и прилагане;

– да се въведе входящ контрол при лабораторните упражнения под формата на елементарни, предварително попълнени в къщи тестове към съответните групи задачи;

– точките, давани като бонификация за самостоятелна работа, да се формират от изпълнявани в час и в къщи протоколи върху съответни типови задачи.

Заключение

В работата са предложени и анализирани резултатите от обучението на студентите от специалността Инженерен дизайн по дисциплината Дескриптивна геометрия. Направени са предложения за изменения на учебната програма и формирането на методичните единици съобразно специфичната подготовка и нагласа на тази група студенти.

Литература

1. Теофилова М., Ю. Попова Сборник за упражнения и задания за курсова работа по дескриптивна геометрия, Софттрейд, С., 1999.

Автори:

Доц. д-р Маруся Антова Теофилова, Технически университет – София
Ст.ас. инж. Десислава Спасова Пенева - Колева, Технически университет – София

SPECIAL FEATURES OF TEACHING OF STUDENTS FROM ENGINEER-DESIGN DESCRIPTIVE GEOMETRY

Marusia Teofilova, Desislava Peneva - Koleva

The training of descriptive geometry is going in bachelor- degree – III-rd terminal 10 years for students of Engineer-design. Study-program covers the themes of extend-lectures, explaining parallel- and central-projection and construction of shadows. Here we have analysis of results and have proposals of changing of study-program, according to specific training of this group of students.

Key words: teaching, descriptive geometry, study-program.

Assoc. Prof. Marusia Teofilova, PhD, Technical University - Sofia
Ass. prof. eng. Desislava Peneva - Koleva, Technical University – Sofia

АВТОМАТИЗИРАНА СИСТЕМА ЗА ПОЛУЧАВАНЕ НА АКТУАЛНА ИНФОРМАЦИЯ ЗА ИЗРАБОТВАНЕ НА ТЕХНИЧЕСКА ДОКУМЕНТАЦИЯ

Димитър Русев Йовка Николова
dr_rusev@mail.bg y.d.nikolova@abv.bg

Във всички дисциплини формиращи знания за разработване на техническа документация е необходимо да се обърне внимание на внедряването на стандартите БДС ISO и БДС EN ISO в учебния процес, своевременно да се получава информация за нововъведените стандарти и те веднага да се прилагат при изпълнение на курсовите работи, проекти и др. Бъдещите инженерно-технически кадри трябва да се научат правилно да прилагат стандартите в практиката. Ето защо, особено актуален е въпросът за бързото и точно информирание относно новите стандарти не само в промишлеността, но и при обучението.

В настоящата работа се предлага разработване на автоматизирана информационна система интегрирана в интернет средата на Университет „Проф. д-р Асен Златаров”. Системата ще предлага бърза, точна и актуална информация, необходима за изработването на техническа документация.

Ключови думи: дистанционно обучение, техническа документация

Увод

Отличителна особеност в съвременния етап на развитие на висшите учебни заведения и работата на научните работници се явява необходимостта от актуална и точна информация в съответната област на обучение и изследване. Това налага сближаване на традиционните форми за получаването ѝ, с широко разпространената в последно време дистанционна информационна система. Използването на съвременни средства за дистанционно получаване на информация до голяма степен повишава качеството и актуалността на техническата документация и интензифицира инженерния труд.

Необходимостта от получаване на актуална информация, свързана с правилата за изработване на техническа документация, се обуславя от протичащия процес на въвеждане на европейски и международни стандарти, започнал от 1992 г. [1,2]. Във всички дисциплини, които формират знания и умения за разработване на техническа документация, е необходимо едновременно да се обърне внимание на внедряването на стандартите БДС ISO и БДС EN ISO в учебния процес. Своевременно да се получава информация за нововъведените стандарти и те веднага да се прилагат при изпълнение на чертежите, курсови задачи, проекти и др. За целта трябва да се състави

и поддържа възможно най-голям комплект от стандарти, указания, каталози, образци за оформяне на чертежите, пояснителни записки и други нагледни пособия, отговарящи на профила на висшето техническо образование или колежа [3, 4]. Чрез тях преподаватели и студенти да могат да получат необходимата им информация, да следят измененията на стандартите и се запознават с нововъведенията.

Бъдещите инженерно-технически кадри трябва да се научат правилно да прилагат стандартите в практиката, т.е., да имат стандартизационен подход при решаване на проблемите. Ето защо, особено актуален е въпросът за бързото и точно информирание относно новите стандарти не само в промишлеността, но и при обучението.

Получаването на актуална информация за моментното състояние на стандартите в дадена област, е доста трудна и скъпа задача. За съжаление библиотечната система на университетите и отдел „Стандарти” към околните библиотеки, не разполагат със средства за тяхното закупуване, немислимо е и непрекъснато издаване на нови учебни помагала. Ето защо е нужно да се осигури лесен и бърз достъп до тази информация за широк кръг потребители от учебните и научни среди.

В настоящата работа се предлага разработване на информационна система интегрирана в интернет средата на Университет „Проф. д-р Асен Златаров“. Системата ще предлага бърза, точна и актуална информация за състоянието и измененията на изискванията за оформяне на техническа документация.

Информацията ще се помества на специализирана Web-страница, поддържаща тази система и ще се получава, систематизира, обработва и актуализира периодично на базата на ежемесечните официални бюлетини на Български институт за стандартизация (БИС) и новоиздадени учебни помагала. По този начин на студентите, дипломантите, преподавателите, специалистите и научните работници в Университета ще се предоставят анализи, коментари и разяснения, необходими за изработване на техническа документация и информация за настъпилите най-съществени промени.

Изложение

Предимствата на дистанционната система за бързо получаване на желаната информация са неоспорими. През последните години тя преживява много бурно развитие в глобален мащаб. Двигател на това развитие се явяват съвременните комуникационни технологии, даващи възможност желаната информация да се получи в удобно време и място. Освен това дистанционно предаваната информация е по-евтина за потребителя и може лесно и непрекъснато да се осъвременява. До тази информация могат да имат достъп много хора в различни точки на страната и света. Ето защо, предлаганата автоматизирана система се явява актуална и атрактивна. С нея се полагат основите на едно ново направление в дейността на научно-преподавателските кадри и в обучението и самоподготовката на студентите по инженерните специалности в нашия университет.

Предложената автоматизирана система е съобразена с основните направления на инженерното обучение в нашия университет и е предназначена не само за студенти, дипломанти и университетски преподаватели, а и за нуждите на по-широка аудитория от хора, проявяващи интерес към техническите науки. В нея са залегнали големите възможности на системата за дистанционно обучение.

Обучението по повечето технически дисциплини се сблъсква с един основен проблем. Той произтича от факта, че обемът на полезните

знания и умения за разработване на техническа документация, непрекъснато и бързо расте, докато времето за подготовка на студентите намалява. Учебните пособия и материалната база за съжаление бързо остаряват, а за нови са необходими повече средства, които най-често липсват.

Намаленият хорариум по отделните дисциплини във връзка с въвеждането на бакалавърските програми, налага значителна интензивност на преподаване и усвояване на учебния материал. Тук на помощ може да дойде компютърната техника и съвременните информационни технологии. Чрез тях се извършват редица рутинни операции в процеса на обучение, с което да се пести време [5, 6]. До голяма степен с използване на мултимедийни средства може да се компенсира липсата на учебни помагала, справочници, макети, средства за визуализация и др.

Изхождайки от тези предпоставки е разработена основната структура на системата (фиг.1) и оформянето на отделните модули. В състава на учебно-методическия комплекс на автоматизираната информационна система са включени следните тематични раздели:

- Инженерна графика;
- Техническо документирание;
- Основи на конструирането;
- Компютърно изпълнение на чертежи;
- Машиностроене.

Избирането на всеки един от основните раздели в началната страница, прехвърля потребителя към специализиран модул по съответното направление (фиг.2). Тук в лявата част на страницата, са изнесени най-важните тематични направления, както и списък на отменените и нововъведени стандарти по съответното тематично направление.

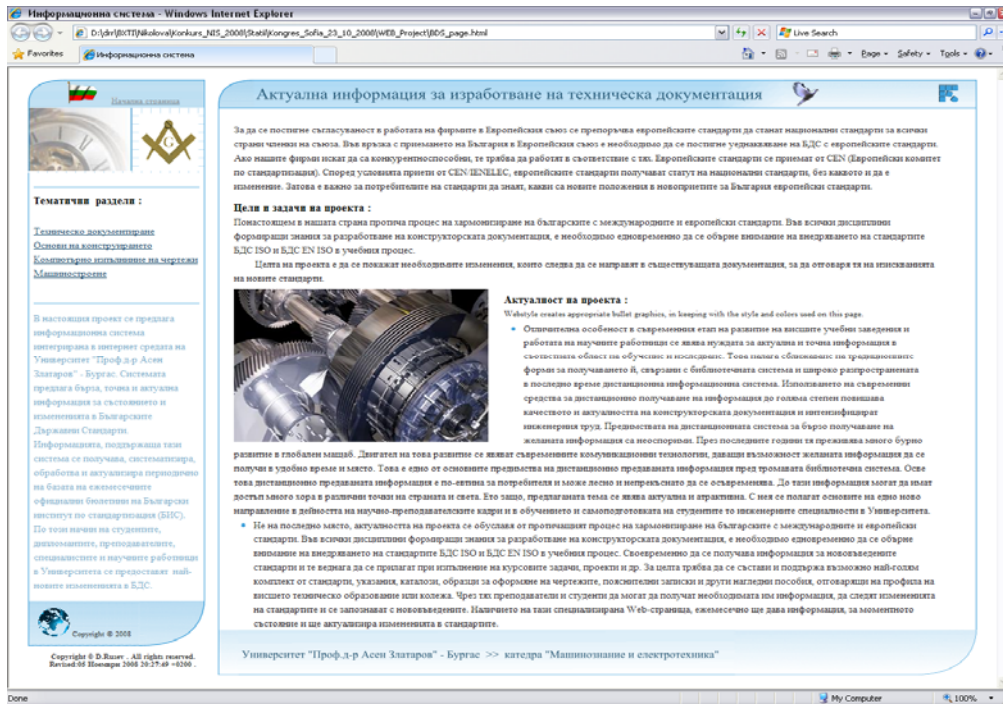
Към всеки тематичен раздел са включени:

- Таблици и справочни данни;
- Коментари и разяснения, свързани с настъпилите промени в стандартите, необходими

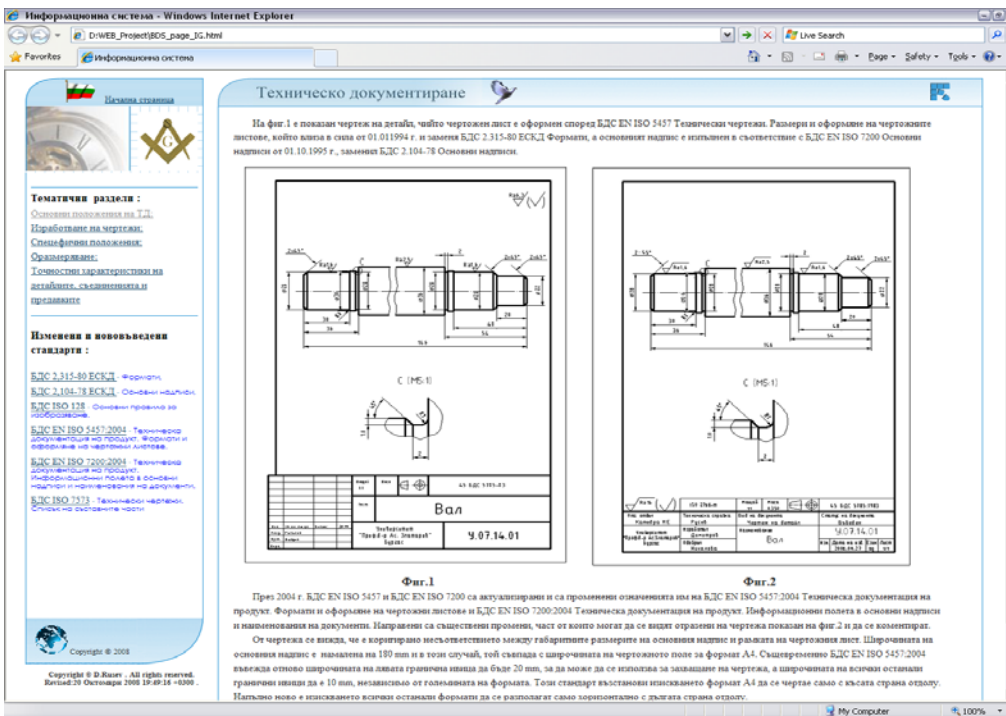
за разработване на техническа документация. Разработването на информационната система за получаване на актуална информация за изработване на техническа документация е финансирана като научно-изследователски проект към НИС на Университет „Проф. д-р Асен Златаров“.

Заключение

Във всички предмети формиращи знания за разработване на техническа документация е необходимо да се обърне внимание на приложение



Фиг. 1. Начална страница



Фиг. 2. Специализиран модул

на новите стандарти BDS ISO и BDS EN ISO в учебния процес. Своевременно трябва да се получава информация за нововъведените стандарти

и те веднага да се прилагат при изпълнение на чертежи, курсови задачи, проекти и др.

Предложено е едно решение за получаване от работещите и обучаващи се в университета на

актуална и систематизирана информация за състоянието и измененията на правилата за изработване на техническа информация. За целта се въведат съвременни средства за дистанционно предаване на информация по тази тема. Този подход дава редица предимства и допълва традиционния метод на библиотечната дейност, като ползвателят получава възможност да работи с тази информация в удобно за него време и място, при използване на съвременните комуникационни технологии.

Предлага се компютърен софтуер за обработване, систематизиране, архивиране и ефективно представяне на събраната информация. По този начин се елиминира субективния фактор, икономисват се хартиени носители и се съкращава технологично време за работа с желаната информация.

Разработена е специализирана Web-страница за поддръжане на системата и дистанционно предоставяне на заявките на потребителя чрез използване на глобалната интернет мрежа.

На бъдещ етап от развитието на разработката се предвижда, с използване на изградената вече информационна и материална база, да се разработят нови модули за предоставяне на по-обширна информация, свързана с изработването на техническа документация в области, тематично свързани със специалностите, по които се обучават студентите в нашия университет.

Автори:

доц. д-р Димитър Русев Русев, Университет „Проф. д-р Асен Златаров” – Бургас

доц. д-р Йовка Димчева Николова, Университет „Проф. д-р Асен Златаров” – Бургас

Литература

1. Сандалски Бр.П., П.В. Горанов, Г.Д. Динев, И.Н. Ценколовска. Основи на конструирането и САД, С., СОФТТРЕЙД, 2007, стр.339.
2. Лепаров М., М. Вичева, М. Георгиев. Техническо документирание, С., СОФТТРЕЙД, 2005, стр.288.
3. Николова Й., Д. Русев, В. Ананиев. Някои аспекти на междупредметните връзки осигуряващи знания и умения за разработване на конструкторска документация. Научно-технически семинар “Машиностроене и уредостроене”, Пловдив, 05.2004, Сборник с доклади, стр. 142-145.
4. Николова Й.Д., Д.Р.Русев, Някои възможности за повишаване на интереса и мотивацията в обучението по Инженерна графика. *Сборник с доклади на Юбилейна научна конференция с международно участие*, ВВМУ, Варна, 11-12 май, т.2, 77-83, 2006.
5. Русев Д. Р., Й. Д. Николова. Модул за дистанционно обучение по инженерна графика, Научно-технически семинар “Машиностроене и уредостроене”, Пловдив, 05.2004, Сборник с доклади, стр. 292-298.
6. Русев Д.Р., Й. Д. Николова. Методика и софтуер за определяне допуска на сглобката в зависимост от предаването на товарване, *Годишник на БСУ*, т. XIII, 2005, 196-202.

THE AUTOMATED SYSTEM FOR RECEPTION OF THE ACTUAL INFORMATION AT ENGINEERING SPECIFICATIONS DRAWING UP

Dimitar Rusev, Jovka Nikolova

In the course of training of students it is necessary will pay attention to uses of new standards BDS ISO and BDS EN ISO at engineering specifications drawing up. The future technical staff should will learn will correctly apply standards in work. Therefore the special urgency has a question on receptions of the exact and fast information for standards new change.

Key words: distant learning, engineering specifications

Ass. Prof. Dimitar Rusev, PhD, Assen Zlatarov University - Bourgas

Ass. Prof. Jovka Nikolova, PhD, Assen Zlatarov University - Bourgas

ВЪРХУ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧНИТЕ ПРОБЛЕМИ ПРИ ПРОСТРАНСТВЕНИ НЕОРТОГОНАЛНИ ПРЪТОВИ КОНСТРУКЦИИ

Лъчезар Кочев
lkochev@tu-sofia.bg

Костадин Стоичков

Васил Пенчев
vasil_penchev@tu-sofia.bg

Обект на настоящата работа е практическа задача, която доста често се среща в практиката на малката железарска фирма. Задачата се породила при конструирането и последващото реализация на пространствена прътова конструкция. Естеството на проблема бе констатирано именно при изпълнението на детайлите за пространствената прътова конструкция.

Ключови думи: пространствена прътова конструкция, метрична задача, разгъвка

Увод

При проектирането на пространствени прътови конструкции се цели оптимално натоварване на елементите и ефективното им взаимно присъединяване с оглед намаляване на краевите концентрации. При това масово се използват тънкостенни правоъгълни тръби, като връзките са чрез електродъгово заваряване. Достъпността на такава екипировка почти напълно е изместила класическият подход на резбова и нитова връзка, както и съответно необходимите преходни детайли и планки.

Основни технологично – конструктивни проблеми при изработването на пространствена прътова конструкция

Естествен тогава е стремежът още при подготовката (разкрояването) на детайлите те да се изпълнят възможно максимално добре пасващи си един към друг. Освен изложените конструктивни съображения очевидни са и технологичното условие за изпълнението на съответния заваръчен шев и изискванията в икономически аспект за намаляване на материалоемкостта и времето за изпълнение.

При такава конфигурация се получават равнинни или по части равнинни сечения.

Когато прътите се разглеждат в принципен аспект като едномерни обекти, то от основната схема се получават нормалните вектори на равнинните срезове и тяхната относителна ориентация.

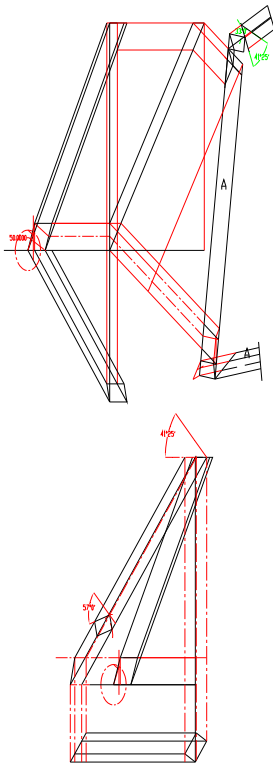
В много случаи обаче се налагат допълнителни изисквания за ориентация на ръбовете на стъпките на прътите. При това не само по причина на

конструктивни съображения – с оглед оптимално натоварване в краищата и постигане на ефективна площ на контакта, но и по – естетико – дизайнерски причини с цел постигане на определена визия на конструкцията. Тогава задачата като координатна трансформация се описва чрез три ротации – двете от ориентацията на пръта спрямо глобалната координатна система на конструкция и една около собствената му ос.

Обикновено положението му при конструиране се избира непосредствено при изобразяването му, така че при класическо Монжово конструиране тези ъгли могат да се считат определени. Задачата следователно се свежда до определяне на такава ориентация на пръта, при която секущата равнина да е в определено направление, т.е. да е равнината на режещия инструмент.

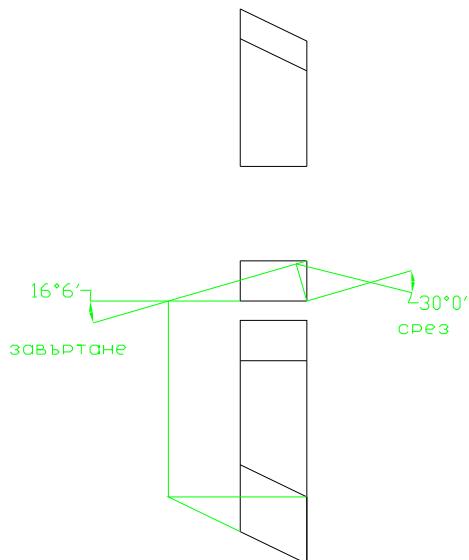
В геометричен смисъл това означава да се определи изображението, в което оста (ръбовете) на пръта са успоредни на проекционната равнина, а секущата равнина е проектираща. След това да се определят ъглите между околните стени на пръта и равнините на фиксация (установяване) в приспособлението, които са дефинирани от конфигурацията на машината. Това е типична метрична задача, която може да се дефинира и така: да се построи в действителен вид равнина перпендикулярна на сечението и съдържаща оста на пръта.

Нейното дескриптивно решение в няколко варианта е дадено на фиг.1. Доколкото за конструктори от класическата школа то не би следвало да е проблем, във връзка с което считаме, че поясненията за решението са ненужни.



Фиг.1

Най-бързият начин за определяне на двата ъгъла след изобразяване на пръта в основно (правилно) положение и върховете на ръбовете е даден на фиг.2.



Фиг. 2

Следователно срезът може да се изпълни чрез конвенционален инструмент като механична

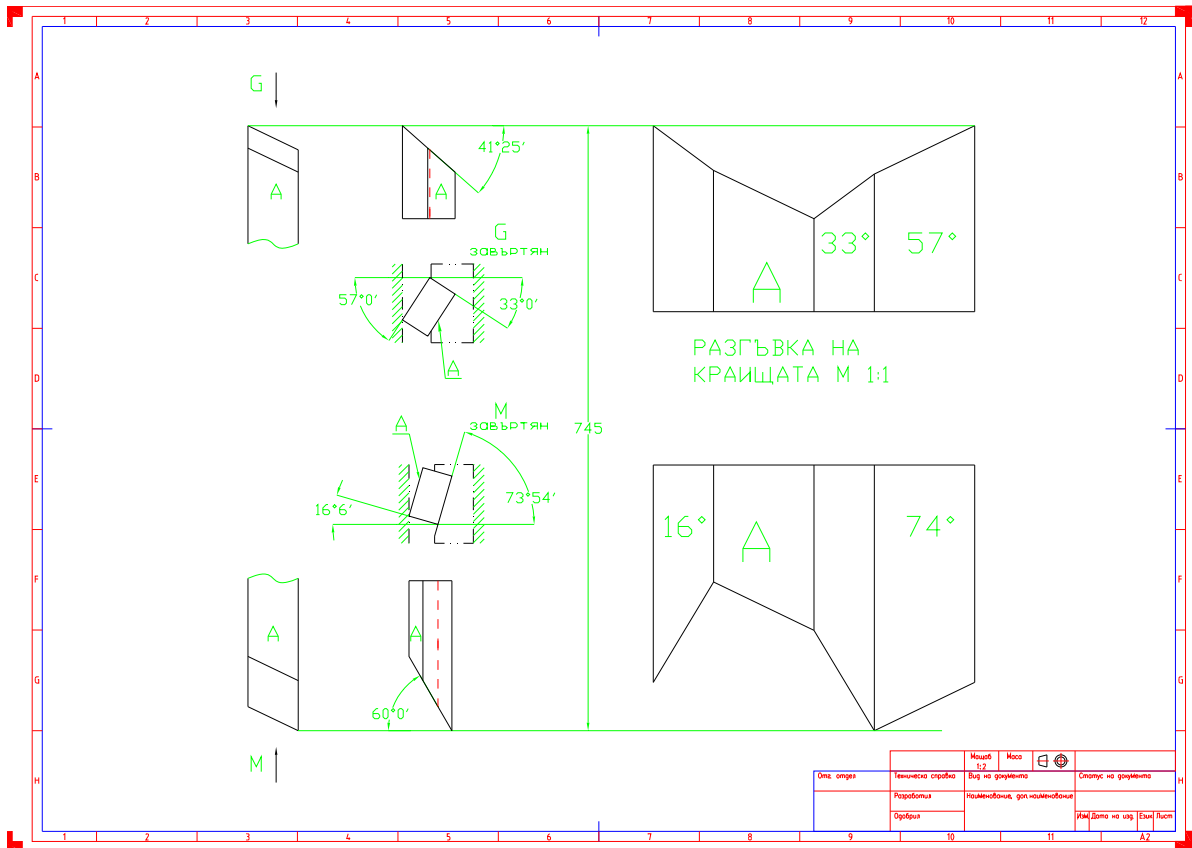
ножовка, циркуляр и т.н. чрез фиксация под определения ъгъл на завъртане на пръта. Точно тук обаче именно се появиха няколко проблема.

Преди всичко за наше учудване изложения подход се оказа новост като технологична възможност, а изрязването на такова сечение по правило се изпълнява на двувретенна фреза. При това, ако за малогабаритни детайли това се постига лесно в рамките на сервисното пространство и собствената екипировка на машината, за дълги пръти се налага прилагането на значителна съобразителност. И при двата използвани начина – чрез обхождане по контура на сечението, зададен чрез координатите на върховете по околните ръбове, или чрез последователни линейни срезове когато са оразмерени ъглите между ръбовете на пръта и линията на среза, се получава приблизителен равнинен отрез. Получава се парадоксът, че обработване на прецизна машина води до твърде неточно изпълнение. Това всъщност е типичен случай на методична грешка от технологична апроксимация.

До тук изложеното е конструктивното решение. Въпросът за документирането му и то така, че да се изпълни разкрояването обаче е твърде комплексен.

Преди всичко определянето на ъглите и изобразяването им изисква пунктоалност и предполага загуба на ориентация. Всъщност и при аналитичното решение нормалният вектор на равнинният срез се получава с точност до знак, а уравнението е определено до константа. Нещо повече – дори опитен инженер понякога греша в пространствената си представа при построяването на симетрични обекти (припомняме, че симетрията е основна форма на еднаквостта).

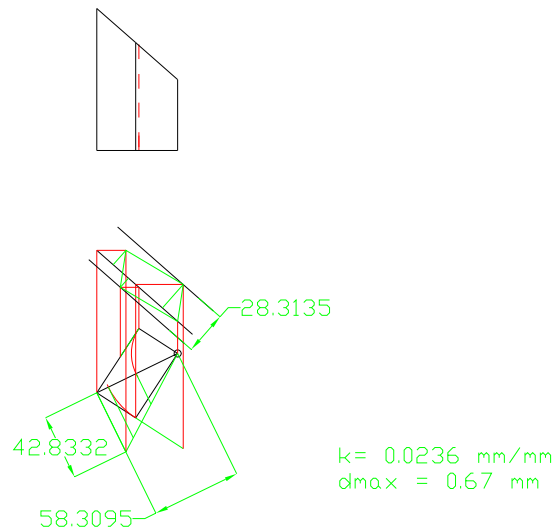
В технологичен аспект към изложеното се допълват и изискванията за коректно базиране и стабилно установяване под съответния ъгъл на заготовката. В универсални стиски това може да се постигне само ако ъгълът на завъртане на заготовката е близък до диагоналния на пръта с вариация ъгълът на триене. Извън този твърде ограничен диапазон се използва ъглова приставка призматичен тип, която да ориентира и стабилизира пръта при фиксиране между челюстите. Следователно в задачата за изпълнение на отрязването има и якостно-механичен елемент. С оглед предмета на дейност и кадровия състав на малкото предприятие, решаването на тези проблеми със собствени сили явно е трудно.



Фиг. 3

Ето защо при изготвянето на чертежа (фиг.3) освен основните детайлни изображения са отразени и оразмерени описаните приставки заедно с фиксиращите челюсти. Освен това, с оглед визуален контрол за правилна основна ориентация при базиране е дадена и разгъвката на повърхнината на пръта в околност на срезове с маркирана реперна (ориентираща) стена. След изрязването на разгъвката от хартия се проверява грубо завъртането на пръта, след което като се овие около него се ориентира чрез приставката и се установява за отрязване. Така се обезпечава освен увереност при работата и конструкторски контрол на коректността на построенията и изчисленията.

Подходът е експериментиран при изработването на носещи диагонални пръти за рамна конструкция. При това ще отбележим, че симетричните елементи се постигат с общ срез. Това леко се доказва чрез ротация. В резултат освен общия шаблон по-същественото предимство е в оптималното разкрояване на материала и ефективното му използване.



Фиг.4

Оценка за точността, респективно качеството на такова изпълнение може да се получи по много начини, но, следвайки дескриптивния подход, на фиг.4 е дадено решение чрез плана на малките премествания за определяне влиянието на

грешките от изработването и установяването на приставката (другите ълови отклонения се определят непосредствено).

При заложили първични грешки $\pm 0.5^0$, което е характерно за масово използваните инструменти в бранша, максималното отклонение от теоретичната равнина е под 2% от габарита на профила (в конкретния случай под 1 mm). Такова "непасване" напълно се компенсира при заваряване.

При 3D подход на конструиране решението се получава чрез последователни ротации след смяна на координатната (проекционна) равнина или 3Drotate. Въпреки това за получаване на точното решение са необходими допълнителни построения, което предполага не само опит с CAD продукта, но и геометрични познания. Доколкото обаче оценката на стереометричните и особено дескриптивни умения на множество млади специалисти в последно време е доста неудовлетворителна, тази тема се нуждае от специално обсъждане. Все пак получената оценка за точността позволява да се заключи, че дори визуално съвпадане на ръбовете на сечението при 3Drotate в диалогов режим ще даде достатъчно добър резултат. Ще отбележим, въпреки предпочитанието ни към геометрично точните решения, че това представлява индуктивно-итеративна процедура със субективен критерий за точност, който в много случаи е достатъчен.

Автори

гл.ас. Лъчезар Любомиров Кочев, Технически университет – София

гл.ас. Костадин Кирилов Стоичков, Технически университет – София

ас. Васил Пенчев Пенчев, Технически университет – София

В заключение ще отбележим, че изложеният подход отразява значимостта на съвместната работа конструктор – изпълнител. В дейността на малката фирма технологичните задължения и отговорности се разпределят еднакво върху двете страни, доколкото малко работилници си позволяват специалист – технолог. Следователно изготвянето на коректна и разбираема документация, в която да са отразени съществените технологични моменти, е до голяма степен ангажимент на конструктора. При това е важно да се изходи от сложилите се традиции и опит във фирмата, при непрекъснато взаимодействие на двете страни.

Използуваният модел за комбиниран конструкторско-технологичен документ се оказва достатъчно действен както за конкретната задача, така и в смисъл на квалифициране на персонала и разширяване възможностите на фирмата, но сме далеч от мисълта, че е универсален. Считаме, че проблемът подлежи на сериозна дискусия с цел удовлетворяване потребностите на малката фирма и по съответните нормативната аспекти и подготовката на специалисти за нейните нужди.

Литература

1. Петров Г., Дескриптивна геометрия, Техника, София, 1972.

2. Вригазов А и др., Теория на машините и механизмите, Техника, 1996 г.

ABOUT CONSTRUCTION – TECHNOLOGICAL PROBLEMS IN SPATIAL NONORTHOGONAL ROD STRUCTURES

Luchezar Kochev, Kostadin Stoichkov, Vasil Penchev

Subject of this work is a practical assignment, which often occurs in practice in a little metalworking company. The task arised in the construction and subsequent implementation of the spatial rod structure . The nature of the problem was found particularly in the implementation of parts in this structure.

Key words: spatial rod structure, metric task, extension

Head Ass. Luchezar Kochev, Technical University – Sofia

Head Ass. Kostadin Stoichkov, Technical University - Sofia

Ass. Vasil Penchev, Technical University - Sofia

АНАЛИЗ НА КОНСТРУКТИВЕН ВАРИАНТ НА СТЕНД ЗА ИЗПИТВАНЕ НА ЗЪБНИ ПРЕДАВКИ

Георги Петров Тонков
gptonkov@tu-sofia.bg

Анализиран е работен вариант на конструиран механичен стенд. Стендът е предназначен за тестване на нестандартни пространствени зъбни предавки. Тези предавки реализират челно зацепване между спрегнатите зъбни повърхнини на задружно работещите колела при осъществяване на ротационното движение. С провеждането на експеримента се цели да се установи както работоспособността на конструирания стенд, така и кинематичната функционалност на изпитвания клас предавки при: различни геометрични параметри на колелата, различни съотношения на хлабината в междузъбията и различни периферни скорости на входящия вал. Предавките от този вид се предвижда да бъдат използвани като работни технологични звена в екологични съоръжения за рециклиране на отпадни продукти.

Ключови думи: механичен зъбноизпитателен стенд, изпитване на зъбни предавки.

Увод:

Основното предназначение на стенда е за тестване на нестандартни пространствени зъбни предавки с челни зъби. Този вид предавки са т. н. технологични зъбни предавки. С експеримента се цели да се установи кинематичната функционалност на тези предавки при различни геометрични параметри на колелата, при различни съотношения на хлабината в междузъбията и при различни периферни скорости на входящия вал. Този вид предавки са предвидени да бъдат използвани като основни работни органи в екологични съоръжения за рециклиране на отпадни продукти.

Идеи и насоки от извършената работа:

В доклада е отразена необходимостта от създаването и използването на изпитателен стенд при изпитване на зъбни предавки. Разработен е конструктивен вариант на механичен стенд с конкретно предназначение. Извършена е обосновка на избрания вариант, като са анализирани поотделно основните възли. Дадена е примерна класификация на най-често срещаните зъбни предавки и на колелата използвани в тях като същевременно е посочено кои от тях могат да се изпитват на конструиания стенд. Посочен е принципът работа и са описани съставните модули, изграждащи стенда.

Идеята при разработването на стенда е: - на една установка да се изпитват различни по вид зъбни предавки – с вътрешно и външно зацепване по различни критерии. Данните получени от изпитването могат да бъдат използвани при разработване и внедряване на зъбни предавки в различни области на промишлеността. Стендът успешно може да се използва и при довършителни обработки на зъбите на зъбните колела (сработване).

Въведение:

Създаването на функционален и работоспособен стенд за изпитване на зъбни предавки е отговорен, прецизен и скъпо струващ процес. Затова разгледаният вариант, който е реализиран и на практика, е представен в опростен вид.

Изпитването на зъбните предавки на работоспособност е важен и необходим подход, с който се цели да бъдат установени определени показатели (якостни и качествени), влияещи както върху надеждността на машините и механизмите, така и върху качеството и производителността на даден процес. Резултатите получени от това изпитване и съпоставянето им с установени стандартни норми позволяват да се направят заключения за изпитваните предавки преди тяхната реализация. Това е особено необходимо при нестандартни и новоразработени зъбни



Фиг. 1 Класификация на видове зъбни коелеа, използвани в различните зъбни предавки
* – коелеа, които могат да бъдат изпитвани на реално конструирания стенд

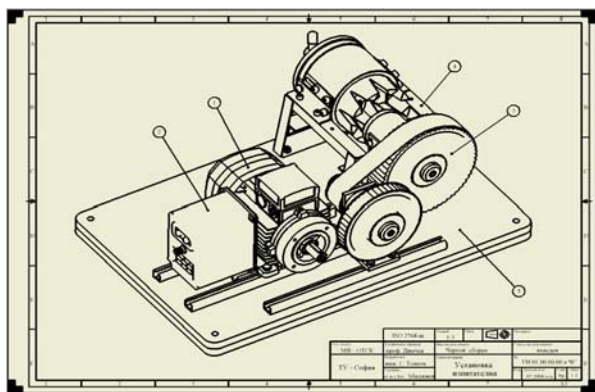


Фиг. 2 Класификация на видовете зъбни предавки, практически намиращи приложение
* – предавки, които могат да бъдат изпитвани на реално конструирания стенд

предавки, при зъбни предавки, получени по различни технологии (например синтеровани) и от различни материали, както и при предавки използвани за неспецифични дейности. В работите [1; 5; 6; 7; 8; 9] са теоретично описани и конструктивно разработени подобен вид предавки, отнесени към т.н. технологични предавки. При тях критериите за работоспособност се установяват опитно. Тяхното изпитване в повечето от случаите води до намаляване на разходите и избягване и предотвратяване на нежелателни последствия. Многообразието на зъбните предавки е обосновано от предимствата, които те притежават спрямо останалите механични предавки – компактност, високи якостни и кинематични показатели, надеждност и дълготрайност, постоянно предавателно отношение, висок КПД [2]. На фиг.1 и фиг.2, според [2; 3; 4] е представена в графичен вид една от възможните класификации на видовете зъбни предавки и на зъбните колела, използвани в тях.

Изложение:

На фиг. 3 е изобразен в аксонометричен вид сборния чертеж на механичен зъбноизпитателен стенд. Той е изграден от пет основни възела:



Фиг. 3 Механичен изпитателен стенд

- 1 – задвижване:

Осъществява се с монофазен, трифазен асинхронен или постояннотоков електродвигател. Най-голям избор на варианти при задвижването, най-лесно реализуемо и икономически най-целесъобразно е то да се извърши с трифазен асинхронен електродвигател [7].

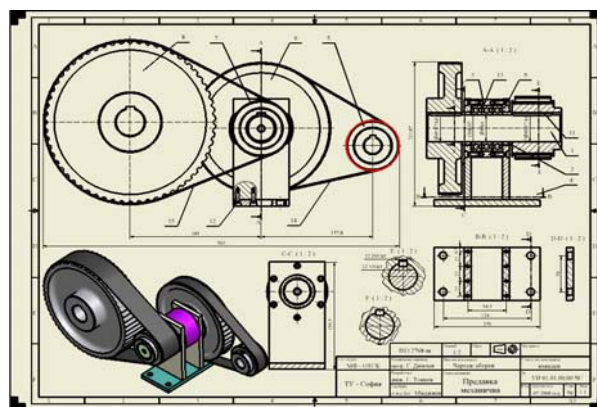
- 2 - защита и управление:

Извършва се с честотен регулатор (поз. 2, фиг. 3) според параметрите на задвижването.

Предпазва електродвигателя от претоварване и осигурява неговото управление, като регулира характеристиките му. Характеризира се с компактна конструкция, големи възможности и „интелигентност” при управлението на процесите и защитата на електродвигателя.

- 3 - редуцираща механична предавка:

Представява едно- или двустъпална зъбноремъчна предавка със сменни зъбноремъчни колела – фиг. 4. Основното и предназначение е да редуцира изходящите обороти до необходимите.



Фиг. 4 Двустъпална зъбноремъчна предавка

elt		Belt	
ne		Pb	12.700 mm
δ_z	0.000 mm	z	60.000 ul
B	25.400 mm	L	762.000 mm
z	60.000 ul	H	4.318 mm
1. Synchronous pulley 18H100		D _{min}	64.668 mm
2. Synchronous pulley 48H100		Pulley 1	
		z	18.000 ul
		D _p	72.766 mm
		D ₀	71.394 mm
		b _f	26.670 mm
		β	135.40 deg
		α_c	7.000 ul
		x	13.153 mm
		y	135.316 mm
		Pulley 2	
		z	48.000 ul
		D _p	194.042 mm
		D ₀	192.670 mm
		b _f	31.242 mm
		i	2.667 ul
		β	224.60 deg
		α_c	30.000 ul
		x	-142.078 mm
		y	173.258 mm
		C	159.801 mm

lulation indicates design compliance!

Фиг. 5 Геометрични параметри на зъбноремъчна предавка, използвана в изпитателния стенд

Пресмятането и моделирането на тази предавка са извършени автоматично с CAD продукт, в зависимост от нейното предназначение. По въведените параметри за вида на ремъка и ремъчните шайби, контактна дължина на зъбите и

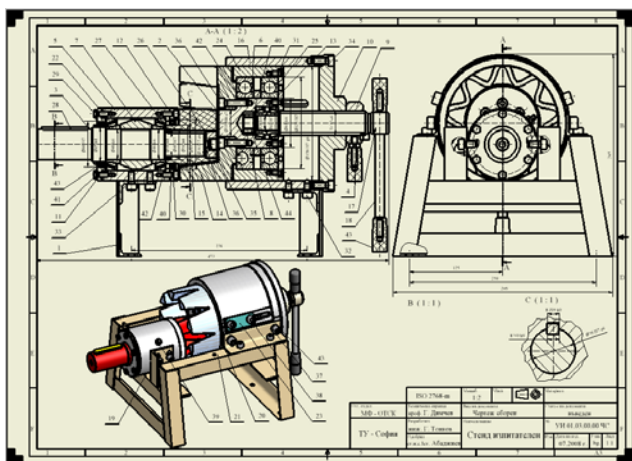
техния брой се пресмята геометрията на предавката. Резултатите са обобщени в табличен вид на фиг. 5.

По зададената мощност, обороти, режим на работа и к.п.д. (фиг. 6) е извършена проверка на товароносимост. Генерираният модел е вграден в проектираната конструкция.

Results		k ₁ 1.200 ul	
v	3.505 mps	F _z	98.436 N
f _b	9.200 Hz	F _r	657.163 N
F _p	484.994 N	F _v	630.868 N
F _c	1.438 N	L _f	147.849 mm
F _{tmax}	583.430 N	Pulley 2	
F _t	340.933 N	P ₁	1.000 ul
c _{PR}	1.235 ul	P	1.649 kW
Belt		T	45.643 N m
P _R	2.099 kW	n	345.000 rpm
v _{max}	40.000 mps	i	2.667 ul
f _{max}	80.000 Hz	D _p	194.042 mm
m	0.117 kg/m	z _c	30.000 ul
Pulley 1		β	224.80 deg
P ₁	1.000 ul	F ₁	98.436 N
P	1.700 kW	F ₂	583.430 N
T	17.645 N m	F _r	657.163 N
n	920.000 rpm	F _v	630.868 N
D _p	72.766 mm	L _f	147.849 mm
z _c	7.000 ul		
β	135.40 deg		
F ₁	583.430 N		

Фиг. 6 Якостни и кинематични параметри, зададени при проектирането на предавката

По-подробна информация относно избора, вида на редуциращата предавка и нейната себестойност са дадени в [7].



Фиг. 7 Механичен изпитателен стенд

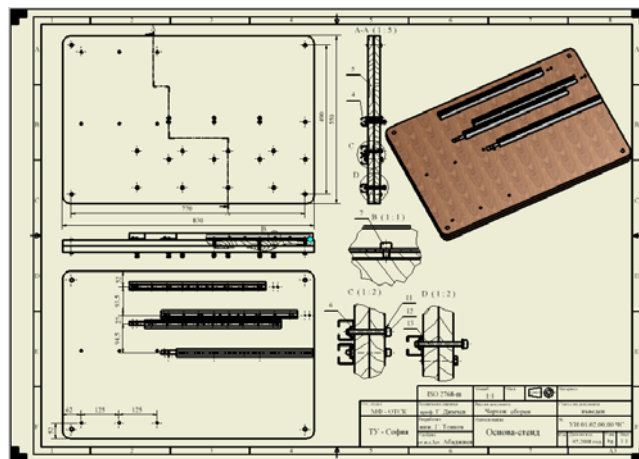
- 4 - механичен стенд:

Изграден е от два самостоятелни корпуса, свързани в обща носеща рама [фиг. 7]. Водещият

вал е лагериран в малкия корпус. От едната страна валът се задвижва от електродвигателя, посредством редуциращата механична предавка (поз. 3). На другия край на вала се монтира малкото зъбно колело на изпитваната предавка. На свободния край на водимия вал, който е лагериран в големия корпус, се установява изпитваното голямо зъбно колело. Осовото изместване се осигурява от винтогаечна предавка, аксиално фиксирана към лагерния възел на задвижваното зъбно колело.

5 - основа с направляващи:

Състои се от сдвоен вибро и шумоизолиращ плот и метални направляващи [фиг. 8]. Плата е поместен на специална стойка и е снабден със защитен екран (непоказани на фигурата).



Фиг. 8 Фундаментална основа, фиксираща стенда

Принцип на работа:

Съгласно фиг. 3 и фиг. 7 към основата на изпитателната установка неподвижно е фиксирана носещата рама с механичния стенд (поз.14). Към направляващите са монтирани редуциращата предавка (поз.3) и електродвигателят. Към корпуса на електродвигателя, посредством метална стойка (поз.2) е присъединен честотен преобразувател (инвертор - поз. 1). Механичните връзки са осъществени посредством скрепителни елементи. Реализирани по този начин, двигателят с редуциращата предавка имат възможност за линейно преместване в едно направление – радиално спрямо механичния стенд.

Задвижването на стенда става от електродвигателя, захранван от електрическата мрежа с необходимото напрежение. Оборотите от

изходящия вал на двигателя се предават на зъбноремъчната предавка (поз. 3) посредством преходна втулка (поз. 8) и шпонково съединение. Изменението на предавателното отношение при запазване на изходящата мощност става степенно. За целта се използват комплект сменни зъбноремъчни колела (възел 3, фиг. 3). За да се осъществи тази смяна и да може да се натегне оптимално зъбния ремък, двигателят и редуциращата предавка са монтирани в общи направляващи върху основата на изпитателната установка. Плавното регулиране на честотата на въртене на вала на двигателя се извършва с честотния инвертор. Редуцираните обороти се предават от зъбноремъчната предавка (поз. 3) към входящия вал на стенда (поз. 14) посредством шпонково или шлицово съединение. На входящия вал по принцип се монтира малкото (водещото) зъбно колело от изпитваната механична зъбна предавка. Осово срещу него се установява голямото (задвижваното) зъбно колело. Предаването на въртящия момент от задвижващото към задвижваното звено се осъществява от непрекъснатия контакт между спрегнатите повърхнини на двойките зъбни профили от задружно работещите колела на изпитваната предавка. Голямото колело е лагерирано в отделен корпус и има възможност да се измества в осово направление. Това позволява да се види при какви стойности на страничната хлабина е възможно да се осъществи зъбно зацепване без заклиняване и колизии.

Получените данни от тези изследвания са необходими, както при проектиране и изработка на машини и механизми, в които основни работни звена са зъбни предавки от изследвания вид, така и за доказване на работоспособността и ефективността на конструирания стенд.

Заключение:

В статията е изложен опростен конструктивен вариант на механичен изпитателен стенд. В представения вид стендът е приложим за тестване на ограничен брой зъбни предавки. Основната причина затова е липсата на финансови средства. При една оптимално разработена и реализирана конструкция на стенда, снабдена с качествена апаратура за отделните възли по захранването, регулирането, контрола и измерването, този стенд би могъл да се използва на практика за изпитване на кинематичните,

якостните и качествените показатели на почти всички видове зъбни предавки. Той успешно може да се използва и за довършителни обработки на зъбите на зъбните колела.

С така конструирания стенд е възможно да се осъществи:

- проверка на работоспособността на стенда;
- проверка на функционалността на зъбните предавки от изследвания вид.

Възможно е опитно да бъдат изследвани различни по вид технологични зъбни предавки, което изследване да обхваща следните основни дейности:

- 1) определяне поведението на даден вид предавка, с предварително уточнени параметри, при различни входящи честоти на въртене – установяване на шум, вибрации и товароносимост;
- 2) определяне на границите на заклиняване (колизии), ако има такива и границата на нормална работа и при какви обстоятелства настъпват – за специални зъбни предавки;
- 3) определяне на зависимостите между осовото изместване и междузъбните хлабини при осъществяване на ротационното движение в пространствени челно зацепени зъбни предавки.

Практическа реализация:

Изработването на механичния изпитателен стенд се извърши от автора на статията в катедра „Основи и технически средства на конструирането“ към Машиностроителен факултет на ТУ – София. Частично финансиране на представения конструктивен вариант се осъществи по договор на НИС - №08002 пi-6, 2008 год., с участието на автора.

Литература:

1. Абаджиев В., Г. Тонков. „Относно синтеза на технологични зъбни механизми за дезинтеграционни процеси“. Индустриален иновационен форум „МАШИНИ, ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛИ '07“, София, 2007, стр. 54-57.
2. Арнаудов К., И. Димитров, П. Йорданов, Л. Лефтеров. Машинни елементи. Техника, София 1980.
3. Болотовский И. и коллектив. „Справочник по геометрическому расчету эвольвентных зубчатых и червячных передач. Машиностроение, 1986.
4. Охендушко К. Зъбни колела. Техника, София 1974.

5 Тонков Г. „Аспекти върху проектирането и изработката на дезинтегриращ зъбен механизъм”. Научна конференция 2007, Технически университет-София, филиал Пловдив. Сборник доклади, том II – Технически и природоматематически науки, 24.03.2007 Пловдив, стр. 68-76.

6. Тонков Г., М. Теофилова. „Проектиране на зъбни предавки с CAD/CAM системи (Геометричен CAD синтез на спрегнати зъбни предавки) I част. Осма международна конференция (АМО `08), „Авангардни машиностроителни обработки”. Кранево 18-20 юни 2008г. Сборник доклади, стр. 157-165.

7. Тонков Г. „Приложение и значимост на стандартизираните елементи при конструиране на стенд за изпитване на тризвенни зъбни механизми”. 5 - балканска и 14 – национална конференции „Стандартизация,

протипейция/съвършенство и качество – фактори за балканско сътрудничество”. Созопол, 15-16 септември 2008 г., стр. 187-193.

8. Тонков Г. „Проектиране на зъбни предавки с CAD/CAM системи (Геометрично моделиране на спрегнати зъбни предавки с CAD системи) II част. Осма международна конференция (АМО `08), „Авангардни машиностроителни обработки”. Кранево 18-20 юни 2008г. Сборник доклади, стр. 165-173.

9. Тонков Г. „Създаване на технологичен механизъм за рециклиране на отпадни продукти. II част – Насоки при конструиране на реален рециклиращ механизъм”. Втора национална конференция „Младежта на България, европейската ни идентичност и иновативни постижения”. София, БАН, 20 май 2008 г.

Автор:

ст.ас. Георги Петров Тонков, Технически университет – София, МФ, катедра – „ОТСК”.

ANALYSIS OF STAND CONSTRUCTION FOR GEARS TEETH TESTING

Georgi Tonkov, TU-Sofia, gptonkov@tu-sofia.bg

Abstract: *It is analysed in the paper work type of developed mechanical stand. It is directed for testing of space nonstandard gears. They are realized by gears working together with normal rotational axes joint between the linked gears surfaces of together working gears in the rotation. With the testing is necessary to establish the applying of the stand and kinematics function of the working ability when: - different geometrical parameters of the gears; - different ration of the inaccuracy joint distances between the teeth; - different peripheral velocities of the points of input rotational body. The gears of the described type will be applied in the technological mechanisms for ecological machinery for recycling.*

Keywords: *mechanical stand; gears testing.*

Ass. eng. Georgi Tonkov, Technical University - Sofia

ИЗБОР И УСЛОВИЯ ЗА СГЛОБЯВАНЕ НА СТАНДАРТИЗИРАНИ РАДИАЛНИ УПЛЪТНИТЕЛИ ЗА ВЪРТЯЩИ ВАЛОВЕ

Георги Пъндев
gper@uctm.edu

В съвременното машиностроене много често се налага монтирането на стандартизирани радиални уплътнители върху въртящи се валове. След анализ на развитието и усъвършенстването на конструкцията на този вид уплътнители през годините е формулирана целта на настоящия доклад : да се разработят условията за избор на стандартизиран радиален уплътнител при работата му върху въртящ се вал, както и да се конкретизират изискванията за правилното му сглобяване върху него. В тази връзка подробно са разгледани съответните стандарти за тези уплътнители и означаването им според тях. Представена е необходимата геометрия на вала и канала, анализирани са начините за правилно монтиране на уплътнителя към тях и допустимите стойности за съосност, перпендикулярност, гравовост на повърхнините.

Ключови думи: уплътнител радиален, избор, сглобяване,

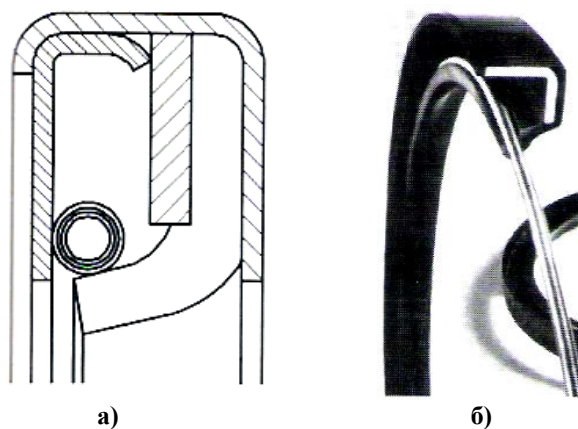
Увод

В практиката много често се налага монтирането на стандартизирани радиални уплътнители върху въртящи се валове. Те са предназначени за работа с минерални масла, вода, пластични смазки и омаслен въздух при подналягане и надналягане на работната среда не повече от 0,05 МПа [1].

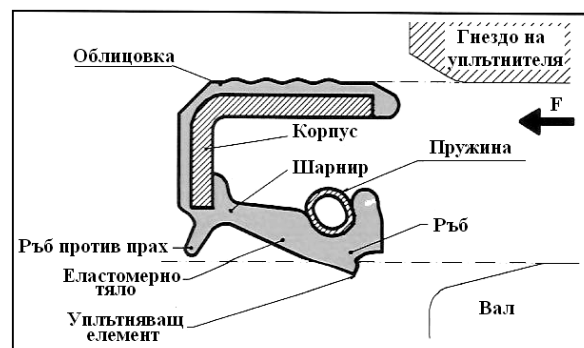
Първите конструкции от този тип уплътнители се появяват през петдесетте години на миналия век и представляват пръстен, изработен от мед, чиито ръб се задържа притиснат към въртящия се вал чрез спирална пружина. Недостатъците на тази конструкция са необходимостта от довършителна обработка на уплътнителя след монтирането му върху вала, както и ниската устойчивост на медта към повишени температури (фиг. 1 – а).

Развитието на химическата промишленост даде възможност за усъвършенстването на радиалните уплътнители за въртящи валове. Те се изработват от еластомерни материали (най-често акрилнитрилбутadiensов или флуоркаучук), които издържат на високи температури и са устойчиви на органични разтворители, течни горива, масла, грес и др. (фиг. 1 – б).

Конструкцията на този вид уплътнители е следната [2, 3,] (фиг. 2) :



Фиг. 1. Развитие на конструкциите радиален уплътнител



Фиг. 2. Конструкция на радиален уплътнител

- **Корпус** : метален пръстен, изработен от щампована ламарина ;
- **Еластомерно тяло** , състоящо се от три части :
Облицовка, прилепваща директно върху корпуса от външната му страна ;
Уплътняващ елемент (маншет), чиято дължина позволява да се преодолеят недостатъците от въртенето ;
Ръб, осигуряващ уплътняване чрез триещ контакт директно с вала ; наклонът на повърхнините на скосяването е такъв, че позволява уплътняване срещу протичане на флуид, намиращ се от страна F на уплътнителя ;
- **Пружина** с форма на тороидален пръстен, съставен от предварително напрегнати спирали. Съединяването на двата края се осъществява по следния начин : в единия край на пружината се завинтват оформените като конус последни спирални навивки на другия ѝ край.

Целта на настоящия доклад е да се разработят условията за избор на стандартизиран радиален уплътнител при работата му върху въртящ се вал, както и да се конкретизират условията за правилното му сглобяване върху него.

Избор на радиални уплътнители за валове

1. Анализ на стандартите за уплътнители

Осъществяването на правилен избор на стандартизиран радиален уплътнител, отговарящ в максимална степен на зададените условия на работа, предполага подробен анализ на действащите в момента български и чужди стандарти.

Радиалните уплътнители за валове според БДС 9954 [1] са класифицирани на :

Тип А – с чистач,

Тип Б – без чистач,

а конструкцията им се състои от : пружина, гумена част, метален пръстен и чистач.

Означаването според този стандарт на уплътнител радиален, тип А, за вал с $d = 12\text{mm}$, височина $h = 10\text{mm}$ и външен диаметър $D = 30\text{mm}$ е следното :

A12 x 30 x 10 – 2 БДС 9954 – 83,

където с 2 е означена групата вулканизат.

За страните от Европейския съюз няма задължителни стандарти по ISO, а се ползват препоръчителни норми [5, 6], които са разработени на базата на действащия немски стандарт DIN [4] и до голяма степен съответстват на него.

Според DIN радиалните уплътнители за валове също се разделят на два типа :

Тип А – без чистач

Тип AS – с чистач (фиг. 3).

Означаването на радиален уплътнител тип А за вал с $d = 25\text{mm}$, външен диаметър $D = 40\text{mm}$ и ширина $E = 7\text{mm}$ според DIN се извършва по следния начин :

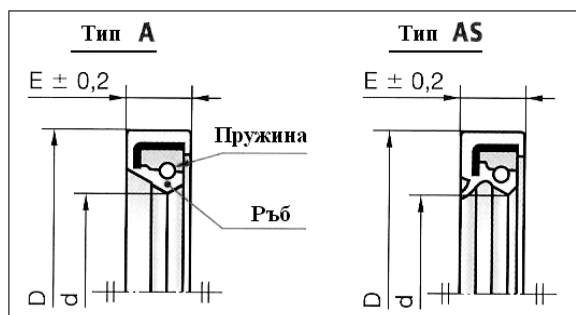
Уплътнител радиален

DIN 3760 – A25 x 40 x 7 NBR (или FKM),

където :

NBR - акрилнитрилбутадиенов каучук

FKM - флуоркаучук [4].



Фиг. 3. Радиален уплътнител според DIN 3760

2. Избор на стандартизиран радиален уплътнител за въртящи валове според DIN 3760

Изборът на стандартизиран радиален уплътнител за валове се извършва след анализ на условията на работа. От направените проучвания в специализираната литература и в практиката е направена следната класификация на най-често срещаните случаи.

2.1. Избор в зависимост от флуида

Изборът на радиален уплътнител, осигуряващ добро функциониране на вал при наличието на флуид, се извършва като се вземат предвид граничните стойности на температурите. Еластомерната смес, използвана за изработване тялото на уплътнителя, е чувствителна не само към високите температури, които го втвърдяват и предизвикват цепнатини и повърхностни напуквания, но и към силните студове, създаващи реални предпоставки за счупването му.

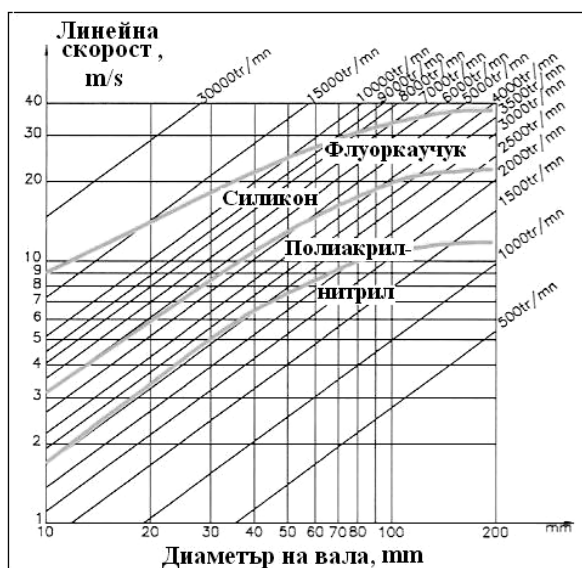
В този случай определяща за нормалната работа на уплътнителя се явява температурата на контакт между неговия ръб и вала. Има се предвид, че под влияние на триенето тази температура е значително по-висока от температурата на околния флуид. Така например температурата на ръба на уплътнител, предназначен да работи в масления картер на двигател с вътрешно горене и уплътняващ вал, въртящ се с голяма скорост (над 8 m/s), може да се повиши с около петдесет градуса за няколко минути. За същото време на работа температурата на маслото, намиращо се в непосредствен контакт с уплътнителя, се повишава само с няколко градуса. Показанията на термометъра, измерващ температурата на маслото в картера, не могат да се приемат за критерий, определящ изборът на уплътнител.

На практика температурите, при които е възможно нормално уплътняване са следните :

- От - 40°C до + 80/+100°C за уплътнители, изработени от смес на акрилнитрил-бутадиенов каучук ;
- От - 30°C до +130/+150°C за уплътнители от смес на флуоркаучук.

2.2. Избор в зависимост от скоростта

Графиката на фиг. 4 показва допустимата скорост на въртене на вала в зависимост от вида на еластомерната смес на уплътнителя, при която се осигурява нормално уплътняване.



Фиг. 4. Номограма за избор на уплътнител в зависимост от скоростта и диаметъра на вала

2.3. Избор във функция на налягането

Налягането, на което е подложен един радиален уплътнител, се определя като разликата в налягането на флуидите, контактуващи с всяка от двете му страни (много често единият от флуидите е околният въздух). Ето защо уплътнителят трябва да е разположен така, че ръбът му да е от страната на флуида с по-високо налягане.

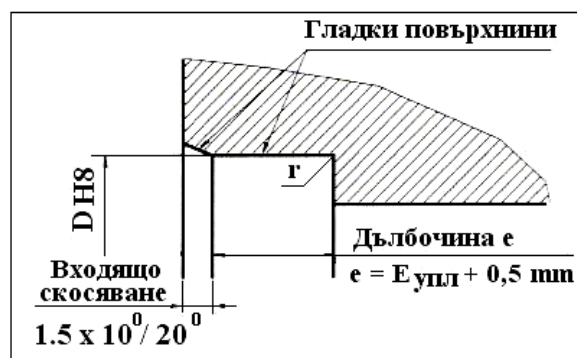
По принцип радиалните уплътнители за въртящи валове не са приспособени да издържат на високо налягане. Въпреки това те могат да се използват без специални изисквания при налягане до 0,05 МРа [1], при положение, че скоростта на вала не надвишава 3 m/s. В противен случай, при по-високи налягания, съществува риск ръбът на уплътнителя да се обърне или след монтирането му върху вала да се получат големи сили на притискане и оттам високи стойности на момента на триене.

При скорости на вала под 3 m/s радиалните уплътнители могат да издържат на налягане от около 0,3 до 0,4 МРа [3].

Условия за правилно функциониране на радиален уплътнител:

1. Гнездо за монтиране на уплътнителя

На фигура 5 е представена необходимата геометрия на гнездото за правилното сглобяване на радиалния уплътнител.



Фиг. 5. Геометрия на гнездото на уплътнителя

Отсъствието на входящо скосяване или неправилното му оразмеряване може да предизвика :

- повреждане на външната част на уплътнителя ;
- прилагането на прекалено голямо усилие при монтиране, което да провокира деформиране на корпуса (металния пръстен) ;

- лошо позициониране на уплътнителя в аксиално направление.

От съществено значение е и грапавостта на гладките повърхнини. От практиката е установено, че грубо обработените повърхнини са предпоставка за появата на течове. Обратно, прекалено гладките повърхнини не се препоръчват, тъй като тогава уплътнителят би се разглобил с минимално усилие.

В БДС 9954 са определени следните стойности на грапавостта (Таблица 1) :

Таблица 1. Стойности на грапавостта

Скорост	Вал	Гнездо
до 5 m/s	$R_a 0,63 \div 0,32$	$R_a 2,5 \div 1,25$
над 5 m/s	$R_a 0,32 \div 0,16$	$R_a 2,5 \div 1,25$

На фиг. 5 дълбочината на гнездото е определена според ширината на уплътнителя $E_{упл}$, увеличена с 0,5 mm [3].

Според стандарта ISO 6194/1 [5], размерите на гнездото за монтиране на уплътнителя следва да се определят в зависимост от неговата ширина E (Таблица 2).

Таблица 2. Размери на гнездото

Номин. ширина E, mm	Дълбочина на гнездото	Ширина на входното скосяване	Максимален радиус r
≤ 10	$E + 0,9$	0,70 до 1,00	0,50
≥ 10	$E + 1,2$	1,20 до 1,50	0,75

2. Изисквания към вала

Допуск на диаметъра : $h11$;

Грапавост на повърхнината му : $R_a = 0,2$ до $0,5$;

Твърдост по Роквел :

45 HRC при $V \leq 4$ m/s,

55 HRC при $V > 4$ m/s.

Дебелина на закалената зона: минимум 0,3 mm;

Отклонение от цилиндричност : $5 \mu m$.

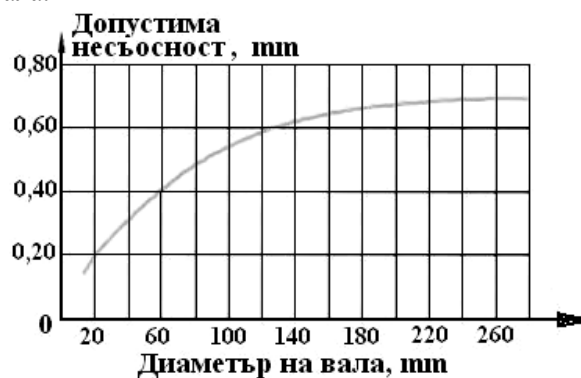
По повърхнините на вала съществуват следи от обработването им под формата на бразди, които, ако са наклонени спрямо оста, образуват спирала, предизвикваща по време на въртене ефект на хидродинамично напompване. Ето защо по повърхнината на вала не трябва да има бразди от обработването.

Твърдото хромиране на повърхнината на вала не се препоръчва [3].

3. Съсност

Гнездото на уплътнителя и вала трябва да са съосни. При съществуването на радиално отклонение между оста на уплътнителя и оста на вала, благодарение на еластичността на каучуковия ръб, е възможно в определени граници уплътнителят да се монтира без да се получи така нареченото "зеене".

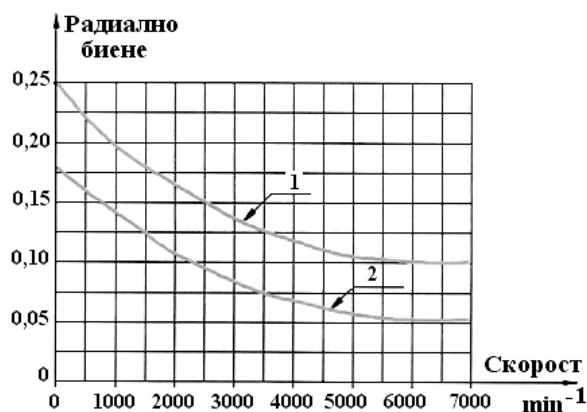
На фигура 6 е представена графично допустимата несъосност в зависимост от диаметъра на вала.



Фиг. 6. Допустима несъосност

4. Биене

Този ефект се получава когато геометричната ос на вала не съвпада с оста на въртене и се усилва от присъствието на повреден лагер или огъване на вала. Появата на биене е толкова по-голямо, колкото повече уплътнителят е отдалечен от лагера. Поради тази причина се препоръчва монтирането на уплътнителя да е по възможност в непосредствена близост до лагера.



Фиг. 7. Радиално биене в зависимост от скоростта на въртене на вала :

1 – за флуоркаучук

2 – акрилнитрилбутадиенов каучук

Графиката на фиг. 7 представя максимално допустимите стойности на радиалното биене в равнината на ръба на уплътнителя в зависимост от скоростта на въртене на вала.

Сглобяване на радиален уплътнител

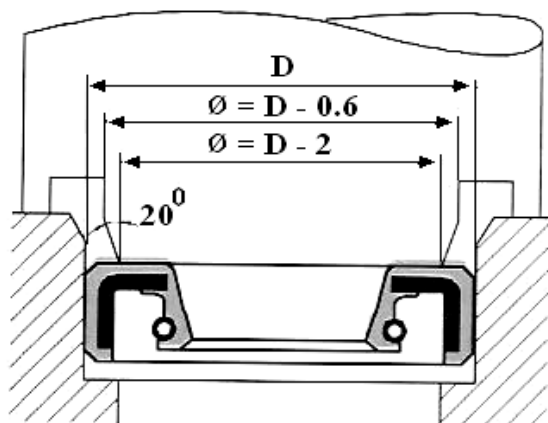
1. Сглобяване на уплътнителя в гнездото

Сглобяването се явява много деликатна операция, която, ако не се изпълни правилно, може да доведе до силно намаляване ефикасността и на най-качествения уплътнител.

При сглобяване на уплътнителя е необходимо да се спазват следните правила :

- Да не се наранява уплътняващия елемент (ръб) (фиг. 2) ;
- Да не се поврежда защитното покритие, нанесено по външния му диаметър ;
- Да се намаже уплътняващият елемент със смазка, за да се избегне повреждането му при първоначалното стартиране на вала ;
- Смазка се нанася също и по външният диаметър на уплътнителя, за да не се нарани или премахне защитното му покритие (уплътняващият лак) ;
- Правилно да се позиционира уплътнителят съгласно изискванията по-горе.

На фиг. 8 са показани размерите на специалния инструмент, позволяващ коректното сглобяване на уплътнителя в гнездото.



Фиг. 8. Размери на инструмента за сглобяване на уплътнителя в гнездото

2. Сглобяване на уплътнителя към вала

Сглобяването на радиалния уплътнител към вала може да се осъществи по два начина :

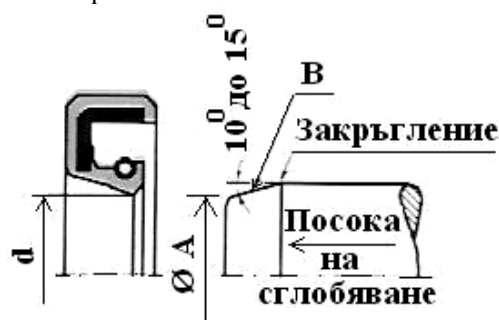
1. Без направляваща част на вала :

а) движението на вала предизвиква огъване на ръба на уплътнителя (фиг.9 а), като :

$$\varnothing A < \varnothing d ;$$

входящото скосяване В е задължително и не се допускат изпъкналости и остри бразди по повърхнината при графовост $R_a \leq 0,8 \mu m$.

б) движението на вала е съпроводено с отваряне на ръба (фиг. 9 б), като тук за предпочитане е закръгление на вала.



Фиг. 9а. Сглобяване с огъване на ръба



Фиг.9б. Сглобяване с отваряне на ръба

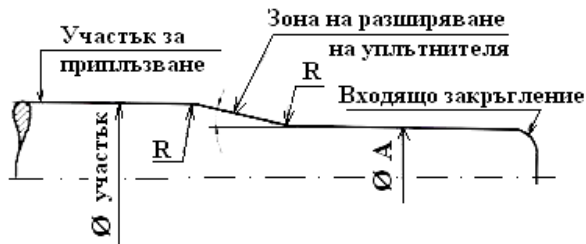
2. С направляваща част на вала (фиг. 10), където:



Фиг. 10. Сглобяване с направляваща част на вала

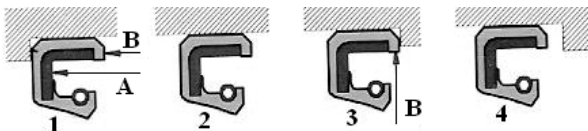
$$\varnothing B = \text{номинален диаметър на вала} + 0,2 \text{ mm.}$$

На фигура 11 са показани в увеличен мащаб зоните на вала, които са необходими за правилното сглобяване на радиалния уплътнител, където :
 $\varnothing A < \varnothing d$.



Фиг.11. Зони на вала при сглобяване на радиален уплътнител

3. Аксиално позициониране на уплътнителя и перпендикулярност (фиг. 12)



Фиг. 12. Начини за сглобяване на уплътнителя

1. Уплътнителят се сглобява до упор откъм обратната страна. Може да се приложи натиск за сглобяване в мястото, посочено със стрелка "А", но не се препоръчва натиск по "В".
2. Няма упор в аксиална посока. В този случай се използва приспособление (специализиран инструмент) за аксиалното и перпендикулярно позициониране на уплътнителя.
3. Уплътнителят се сглобява до упор с лице към него. Този начин на сглобяване не се препоръчва, тъй като, в зависимост от приложената сила, еластомерът ще бъде повече или по-малко деформиран (респ. смачкан) в "В", което ще се отрази неблагоприятно върху позиционирането му и перпендикулярността.
4. Гнездото за уплътнителя е с упор като в т. 3, но в този случай сглобяването се осъществява със специализиран инструмент, който позиционира правилно уплътнителя.

Препоръки при сглобяване на радиален уплътнител към вал :

Скорост на сглобяване : 1200 mm/min ;

Време за поддържане на натиска при сглобяване : 5 секунди. Това се прави с цел да се остави достатъчно време на еластомера да се деформира и да се избегне обратен ход на уплътнителя ;

Допуск на перпендикулярността спрямо оста : 0,25 mm.

Изводи

1. Анализирани са конструкцията на радиален уплътнител за въртящи валове, както и отнасящите се за тях стандарти. От сравняването им се установи, че има известна разлика в означаването на уплътнителя според българския стандарт и препоръчителните норми на Европейския съюз, съответстващи на стандарта DIN.

2. Направена е класификация на най-често срещаните условия на работа, които определят изборът на стандартизиран уплътнител, а именно : в зависимост от флуида, от скоростта на въртене на вала и от налягането.

3. Разработени са условията за правилно функциониране на радиалния уплътнител, отнасящи се до геометрията на гнездото за сглобяването му, грапавостта на повърхнините и изискванията към вала. Посочени са конкретно допустимите стойности за съосност и биене.

4. От процеса на сглобяване на радиалния уплътнител към гнездото и вала до голяма степен зависи изпълнението на предназначението му. Показана е необходимата геометрия на гнездото и вала при различни начини за сглобяване и са посочени предимствата и недостатъците им. Представени са размерите на специализирания инструмент за сглобяване на уплътнителя, позволяващ правилното му позициониране и постигането на необходимата перпендикулярност спрямо оста.

Литература

1. БДС 9954 – 83. Уплътнители радиални за валове.
2. Chevalier A. Guide du dessinateur industriel. Edition HACHETTE Technique, 2004.

3. Corbet J.-Cl., A. Ducruet, L. Huchet. Le CoDoTec. Compilation de Documentation Technique. Edition 1996.
4. DIN 3760:1996 – 09. Radial – Wellen-dichtringe.
5. ISO 6194/1 – 1982 (E). Rotary shaft lip type seals. – Part 1: Nominal dimensions and tolerances.
6. ISO 6194 – 2: 1991 (E/F). Rotary shaft lip type seals. – Part 2: Vocabulary.

Автор:

доцент д-р инж. Георги Янчев Пъндев, Химикотехнологичен и металургичен университет - София

SELECTION AND CONDITIONS FOR ASSEMBLY OF STANDARDIZED ROTARY SHAFT SEALS

George Pandev

In the contemporary machine building it is often necessary the assembly of standardized rotary shaft seals. After analysis of the development and improvement of the structure of this type of seals throughout the years the objective of the present report was formulated: to be worked out the conditions for selection of standardized rotary shaft seal, as well as to be specified the requirements for its proper assembly. In reference thereto the relevant standards for these seals and their indication pursuant to the standards were taken into consideration. The necessary geometry of the shaft and channel (groove) is presented here, the manners for proper assembly of the seal and admissible values for coaxiality, perpendicularity, roughness of surfaces are analyzed.

Key words: rotary seal, selection, assembly

Assoc. Prof. George Pandev, PhD, University of Chemical Technology and Metallurgy – Sofia

ПРОВЕРОЧЕН МЕТОД ЗА ОПТИМИЗИРАНЕ ФУНКЦИОНАЛНИТЕ ГЕОМЕТРИЧНИ РАЗМЕРИ НА КАБИНИ ЗА НАНАСЯНЕ НА ПОКРИТИЯ

Радка Петкова
petkova@tu-sofia.bg

Предложен е метод чрез електронна таблица за определяне оптимални стойности на функционалните геометрични размери на съществуващи кабинни за прахово нанасяне. Показано е, че методът може да се използва и при кабинни за автоматизирано нанасяне на течни материали. Методът може да се използва и в процеса на конструиране на кабинни за боядисване.

Ключови думи: кабинни за автоматизирано боядисване, прахова концентрация, функционални геометрични размери, електронна таблица.

Увод

Глобалното затопляне на климата на нашата планета и свързаното с него опазване на околната среда е един от най-важните и сложни проблеми в началото на XXI век пред нашата цивилизация. В този аспект съвременната индустрия, като един от основните източници на замърсяване на околната среда, е обект на редица местни, регионални и интернационални научни изследвания и разработки, имащи за цел да анализират и редуцират прякото и косвено влияние на промишленото производство върху чистотата на почвата, водата и атмосферата. В предвид характера на процесите за нанасяне на покрития върху промишлени изделия, като едни от най-застрашаващи чистотата на природата, изключително належащо е към подобряване на системите и съоръженията в тези процеси да се насочат усилията не само на пряко заетите в производството, но и на научния потенциал на различни организации, учебни заведения и институти.

Може да се каже, че системите и процеса на електростатично нанасяне на прахови покрития са едни от най-екологичните спрямо останалите процеси и индустриални съоръжения в тази област. При тях материалът за нанасяне е практически 100% сухо вещество и не се използват разтворители – основен източник за вредните VOC-емисии. Това позволява конкретно и по-бързо да се усъвършенстват тези системи.

Кабинни за нанасяне на покрития. Функционални геометрични размери.

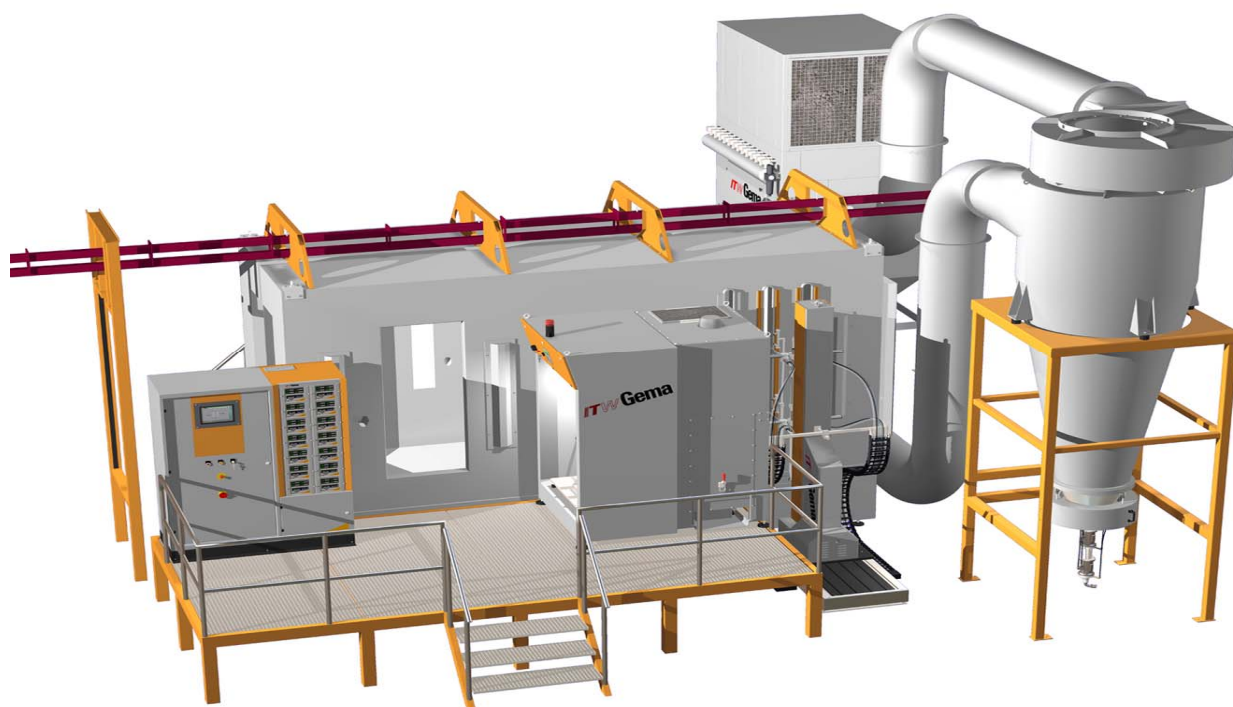
Тук се разглеждат кабинни за прахово нанасяне (КПН). Тези съоръжения имат основна задача да събират праховия материал, който не е попаднал върху обекта и заедно със системите за рециркулация да осигурят многократната му използване във възможно най-голяма степен. Така отпадъчния прах е минимален – до 5-6%, като например при системите за едноцветно боядисване коефициентът на използване достига 99,9%

Не по-второстепенна задача на кабината обаче, е да гарантира чрез системата за аспирация чистотата и опазването на работната и околната среда. При всеки вид кабинни за прахово нанасяне винаги се използват като крайни или основни филтри конструкции с ленти/платна от филтърни тъкани, не пропускащи частици прах над 5-6 микрометра. За да се осигури нормалната функция на тези филтри, т.е. да не се запушат, се взимат мерки за чистотата и влажността на използвания сгъстен въздух, на този в работното помещение, както и на самия прахов материал.

За да бъде ефективна системата за аспирация, тя трябва да бъде много добре изчислена, конструирана и изпълнена съгласно действащите нормативни актове, което е важно задължение на фирмите-производители – пример на фиг. 1.

Основният принцип е: въздушният поток, който се засмуква от вентилатора на аспирацията през крайния филтър и минавайки през междинни връзки, елементи и устройства (въздуховоди, циклони, краен филтър с лентови филтри или филтър-патрони и др.) да има дебит, който да осигурява определена скорост на въздуха при преминаването му през отворите на кабината.

Тази скорост е такава, че да не допуска излизане на прахов материал вън от кабината – ограничение за минимална скорост, като същевременно не влияе отрицателно върху процеса на електростатично нанасяне или не предизвиква влизане на външни замърсители в кабината – максимална скорост.



Фиг. 1

Отворите на една кабина за прахово нанасяне, както и на всяка една кабина за нанасяне на покрития (КНП), имат съществена роля за функционирането ѝ, също както и при нейното изчисляване и оразмеряване. Техните размери се определят като функционални геометрични размери (ФГР).

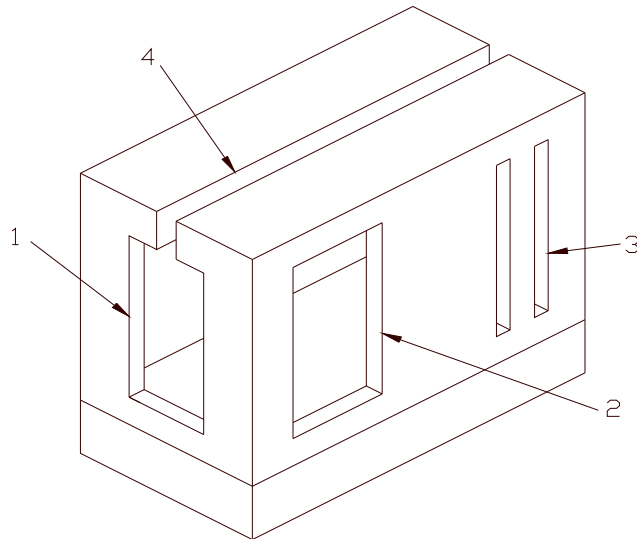
На фиг.2 е дадена схема на кабина за автоматизирано ПН с показани следните отвори:

- 1 – за минаващите през кабината обекти;
- 2 – за ПН с ръчен електростатичен пистолет;

- 3 – за автоматични пистолети, движени по вертикалната ос Z от манипулатор;
- 4 – за движение веригата на конвейера.

Електронна таблица EXCEL за проверка и оптимизиране на функционални геометрични размери.

Освен при конструирането и при изработването, много често и в други случаи е необходимо да се проверяват размерите на отворите на КНП с цел дали се осигурява оптимална скорост на въздушния поток.



Фиг. 2

Това е необходимо при:

- промяна на обектите за боядисване;
- промяна броя или разположението на автоматичните пистолети;
- промяна броя на ръчните пистолети
- конструктивни промени на някои от отворите;
- промяна вида на окачване на обектите
- промени в аспирацията и др.

При закупуване на т.н. “second hand” – употребявани КПН, респективно КНП или при реконструкции на съществуващи такива също се налагат контролни проверки.

Принципно изчисленията се правят по формула (1):

$$v = \frac{V}{S} \quad (1)$$

където:

V[m³/ч]– дебит на вентилатор аспирация

S [м²] – обща площ на всички отвори

v [м/с] – скорост на въздушния поток.

При зададен дебит на съществуващ вентилатор и при изчислена обща площ на всички отвори на проверяваната КПН се проверява дали

изчислената реална скорост на въздушния поток е между препоръчаните гранични минимална и максимална стойност.

Най-често за КПН се препоръчва скорост на въздушния поток около 0,5м/с. ±(10-15)%.

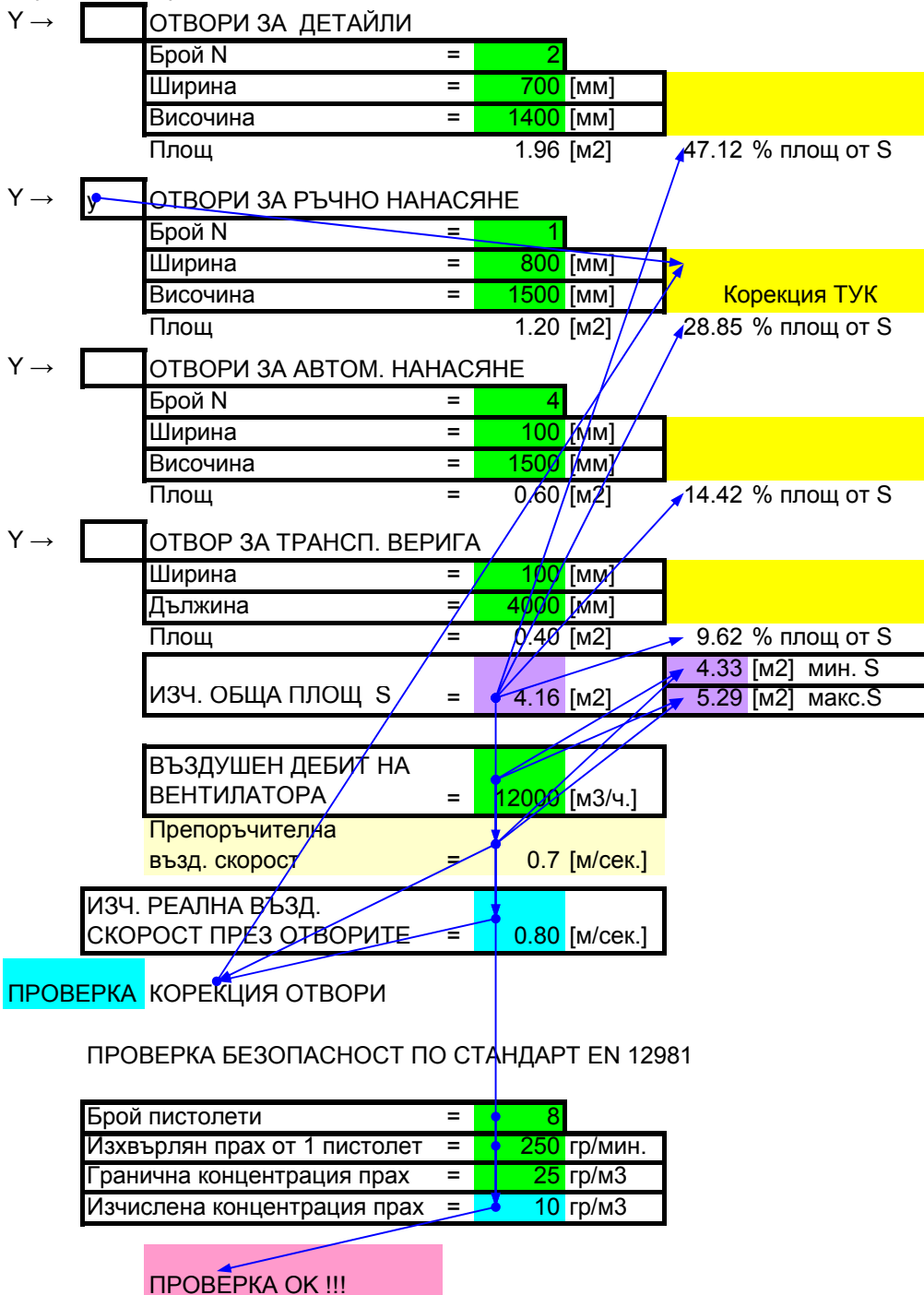
При съвременните КПН за бърза смяна на цвят, които работят с големи дебита (обикновено над 12000 [м³/ч]), оразмеряването се прави на база 0,7 м/с.

За проверка на функционалните геометрични размери на КНП тук се предлага електронна таблица EXCEL. Чрез нея може да се извършва и оптимизирането на ФГР в диалогов режим. Целта е в лесно достъпна таблична форма на широко разпространения продукт EXCEL да се даде възможност при посочените по-горе ситуации коректно да се проверят функционалните геометрични размери. При необходимост от по-прецизно оразмеряване на някой/някои от отворите да може да се постигне оптимална стойност на съответните размери.

Тук трябва да се отбележи, че в предложената електронна таблица EXCEL е заложена и формула съгласно стандарт EN 12981, чрез която да се проверяват стойностите на параметрите с оглед критичната стойност на прахова концентрация в съответната КПН.

**ПРОВЕРКА И ОПТИМИЗИРАНЕ
ФУНКЦИОНАЛНИТЕ ГЕОМЕТРИЧНИ РАЗМЕРИ на КПН**

Корекция отвори?



Фиг. 3

**ПРОВЕРКА И ОПТИМИЗИРАНЕ
ФУНКЦИОНАЛНИТЕ ГЕОМЕТРИЧНИ РАЗМЕРИ на КПН**

Корекция отвори?

Y →	<input type="checkbox"/>	ОТВОРИ ЗА ДЕТАЙЛИ	
		Брой N = 2	
		Ширина = 800 [мм]	
		Височина = 1700 [мм]	
		Площ = 2.72 [м2]	44.74 % площ от S
Y →	<input type="checkbox"/>	ОТВОРИ ЗА РЪЧНО НАНАСЯНЕ	
		Брой N = 1	
		Ширина = 800 [мм]	
		Височина = 1800 [мм]	
		Площ = 1.44 [м2]	23.68 % площ от S
Y →	<input type="checkbox"/>	ОТВОРИ ЗА АВТОМ. НАНАСЯНЕ	
		Брой N = 8	
		Ширина = 100 [мм]	
		Височина = 1900 [мм]	
		Площ = 1.52 [м2]	25.00 % площ от S
Y →	<input type="checkbox"/>	ОТВОР ЗА ТРАНСП. ВЕРИГА	
		Ширина = 100 [мм]	
		Дължина = 4000 [мм]	
		Площ = 0.40 [м2]	6.58 % площ от S
		ИЗЧ. ОБЩА ПЛОЩ S = 6.08 [м2]	5.41 [м2] мин. S 6.61 [м2] макс. S
		ВЪЗДУШЕН ДЕБИТ НА ВЕНТИЛАТОРА = 15000 [м3/ч.]	
		Препоръчителна възд. скорост = 0.7 [м/сек.]	
		ИЗЧ. РЕАЛНА ВЪЗД. СКОРОСТ ПРЕЗ ОТВОРИТЕ = 0.69 [м/сек.]	

ПРОВЕРКА КОРЕКТНИ РАЗМЕРИ - НАПРАВИ ПРОВЕРКА БЕЗОПАСНОСТ !!!

ПРОВЕРКА БЕЗОПАСНОСТ ПО СТАНДАРТ EN 12981

Брой пистолети	=	32
Изхвърлян прах от 1 пистолет	=	250 гр/мин.
Гранична концентрация прах	=	25 гр/м3
Изчислена концентрация прах	=	32 гр/м3

КОРЕКЦИЯ НА ДЕБИТА ИЛИ БРОЯ ПИСТОЛЕТИ

Фиг. 4

По този начин се гарантира една безопасна експлоатация, като се изключва изцяло и най-малката вероятност от обемен взрив при достигане критичната стойност на прахова концентрация.

В посочената формула се отчитат и броя на електростатичните пистолети, средната стойност на количеството прах изхвърляно от един пистолет, както и определената по стандарта гранична стойност на прахова концентрация.

На фиг.3 е показан пример на проверка чрез предложената електронна таблица. Чрез задаване първоначалните стойности на отворите се прави проверка на изчислената реална скорост. След това се търсят оптимални размери на отворите, за които потребителят потвърди. Показани са и процентните отношения на площта на съответната група отвори спрямо общата площ. Накрая - на фиг.4 е показан пример на проверка чрез втората част на предложената електронна таблица, чрез която се проверяват стойностите на параметрите съгласно формулата в стандарт EN 12981, чрез което се гарантира безопасността.

Електронната таблица в модифициран вид може да се използва и за проверка на кабините за автоматизирано нанасяне на течен материал, т.е. на всички КНП. Функционалните геометрични размери при тях са като тези на аналогичните отвори в КПН.

Автори:

доц. д-р инж. Радка Ангелова Петкова, Технически университет – София

В тази модифицирана електронна таблица съответно е заложена формула съгласно стандарт EN 12215, чрез която се проверяват стойностите на параметрите с оглед критичната стойност на концентрация, респективно на UEG в съответната кабина за нанасяне на течен материал.

Заклучение

Използването на електронната таблица може да се ползва и в първоначален етап или при етап проверка на размерите при конструиране на кабините за автоматизирано нанасяне на покрития. Тя практически улеснява тези етапи за по-малки производители.

Оптимизирането на ФГР води до снижаване разходите на крайния потребител на кабините за нанасяне на покрития.

Посочените проверки имат и икономически аспект при избор на употребявани КНП и при тяхното повторно внедряване в производството.

По този начин ефективното и коректно използване на кабините за нанасяне на покрития води косвено, а често и пряко до намаляване замърсяването на работната и околната среда

Литература

1. Стандарт EN 129812.
2. Стандарт EN 12215.

A CHECKING METHOD FOR OPTIMIZATION OF FUNCTIONAL GEOMETRIC SIZES OF BOOTHS FOR PAINTING AND COATING

Radka Petkova

A checking method has been proposed for determination of optimal values of functional geometric sizes of existing booths for powder coating by using an electronic table. It is shown that the method can be used for booths for automated coating with liquid materials. The method can be utilized in the process of design of booths for painting.

Key words: booths for automated coating, powder concentration, functional geometric sizes electronic table

Assoc. Prof. Radka Angelova Petkova, PhD, Technical University of Sofia

УСТРОЙСТВА И СЪОРЪЖЕНИЯ ЗА ЕЛЕКТРОСТАТИЧНО ПРАХОВО НАНАСЯНЕ – ЕВРОПЕЙСКИ ТЕХНИЧЕСКИ НОРМАТИВНИ АКТОВЕ

Радка Петкова Василка Станчева
petkova@tu-sofia.bg vmartinova@tu-sofia.bg

Разгледани са основните видове електростатични устройства, системи и стационарни съоръжения за нанасяне на полимерни прахови покрития. Систематизирани са актуалните нормативни актове свързани с техническата безопасност.

Ключови думи: уреди и кабинни за прахово нанасяне, прахова концентрация, стандарти за прахово нанасяне.

Увод

Динамичното развитие и широкото разпространение на системите и инсталациите за електростатично нанасяне на покрития в света през последните 2-3 десетилетия на 20^{-ти} век, както и повишаване степента на механизация и автоматизация на самия технологичен процес като цяло, наложиха бързото адаптиране на техническата нормативна база и създаване на актуални и адекватни нови технически нормативни актове в тази област.

Технологията за нанасяне на прахови покрития чрез електростатично поле с високо напрежение – “корона”-зареждане, е развита през 60^{-те} години на 20^{-ти} век и получава широко приложение в автомобилостроенето, при производството на битова и бяла техника, офис мебели, изделия от тел, фасадни елементи, профили и др. Използването на праховото боядисване в България датира от средата и най-вече края на 80-те години, като особено широко развитие и приложение електростатичното прахово нанасяне намира от средата на 90-те години. Практически сега над 80% от произвежданите в България метални изделия се произвеждат по този метод.

Основни методи, определения и видове устройства и съоръжения

Съществува и метод на трибоелектрически прахово-изпръскващи системи, при който зареждането на праха става чрез електричество от триене, което възниква от скоростта на потока въздушно-прахова смес вътре в праховия

пистолет. Устройствата и съоръженията основани на този метод не са предмет на настоящия доклад.

При метода на електростатичното “корона”-зареждане прахът се доставя с помощта на поток сгъстен въздух от един прахов съд към електростатична изпръскваща система. Изпръсканите от системата прахови частици се зареждат с високо напрежение от няколко десетки киловолта, което най-общо се доставя от генератор за високо напрежение.

В зависимост от вида и състава на използвания прах покритията са органични – полимерни (полиестерни, епоксидни, епоксидно-полиестерни и др.) и неорганични (емайлови). След нанасяне на праховото покритие изделията се изпичат в печи (камерни или проходни) при температура 160÷220°C за полимерни прахове и –760÷920°C за емайлови прахове за окончателно оформяне на нанесеното покритие.

И двата метода за прахово боядисване се използват масово в областта на нанасяне на покрития, особено за боядисване на метални изделия – стоманени, алуминиеви, месингови и др.

В европейските директиви и стандарти отделните типове и видове техническо оборудване за електростатично прахово боядисване са обособени в две основни групи:

- ръчни електростатични устройства за нанасяне;
- стационарни електростатични съоръжения за нанасяне.

Съгласно [12] и [13] са в сила следните определения:

- Ръчните електростатични устройства за нанасяне са устройства за генериране, зареждане и нанасяне на движещи се частици с помощта на електрически полета. Те се състоят най-общо от частите: нанасящ (изпръскващ) пистолет, генератор за високо напрежение и свързващ кабел. При ръчните устройства за нанасяне по време на работа нанасящият пистолет се държи с ръка или ръчно се насочва и управлява.
- Стационарните съоръжения за нанасяне са всички други електростатични устройства за нанасяне, които не са ръчни устройства. Те се състоят най-общо от:
 - съоръжения за преобразуване на напрежение с:
 - ниско-волтова част с устройство за включване и изключване на съоръжението и за настройване, управление, регулиране, ограничаване и контрол на напрежението и тока;
 - високо-волтова част с устройство за преобразуване на електрическа и друга енергия,
 - съоръжение за включване на високо напрежение;
 - подвеждане на високо напрежение (кабел, проводник);
 - кабина за нанасяне;
 - система за нанасяне.

Български и европейски технически нормативни актове.

В EN 50050:2001 и БДС EN 50050:2007 “Електрически апарати за потенциално експлозивна атмосфера – Ръчни електростатични устройства за нанасяне” се дават и съответните стандарти за двете основни групи:

- За ръчни електростатични устройства за нанасяне:
 - **EN 50053-1** “Предписания за избор, монтаж и приложение на електростатични съоръжения за нанасяне на запалими материали – Част 1: Ръчни електростатични устройства за нанасяне на течни материали с енергийна граница 0,24 mJ, както и принадлежности”.
 - **EN 50053-2** “Предписания за избор, монтаж и приложение на електростатични съоръжения за нанасяне на запалими материали – Част 2: Ръчни електростатични устройства за

нанасяне на прахове с енергийна граница 5 mJ, както и принадлежности”.

- **EN 50053-3** “Предписания за избор, монтаж и приложение на електростатични съоръжения за нанасяне на запалими материали – Част 3: Ръчни електростатични устройства за нанасяне на Flock материали с енергийна граница 0,24 mJ или 5 mJ, както и принадлежности”.
- **EN 50059** “Предписания за избор, монтаж и приложение на електростатични съоръжения за нанасяне на покрития от незапалими материали”.
- За стационарни електростатични съоръжения за нанасяне:
 - **EN 50176** “Стационарни електростатични съоръжения за нанасяне на запалими течни материали; **EN 50177** “Стационарни електростатични съоръжения за нанасяне на запалими прахове”; **EN 50223**; **EN 50348**.

В табл. 1 са показани систематизирани основните валидни понастоящем за тази област европейски технически нормативни актове.

Съществените новости в EN 50050:2000 са:

- Към изпитванията за уреди и устройства за електростатично прахово нанасяне се добавят и уточняват и такива изпитвания за трибоелектрически устройства за прахово нанасяне, както и за FLOCK-устройства за електростатично нанасяне на по-големи частици и нишки.
 - Променя се лимитната стойност на критична енергия от 5 mJ на 2 mJ.
 - Дава се основната методика за различните изпитвания, които са общовалидни за всички страни-членки на Европейската Общност.
- Освен изброените по-горе стандарти, трябва да се отбележат и следните европейски технически нормативни актове:

Директива **94/9/ЕО**, **EN 50014:1997**, **EN 50017:1998**, **EN 50050:2000**, **HVBG.ZH 1/143**, **HVBG.ZH 1/144**.

В табл. 2 са систематизирани основните валидни понастоящем за тази област хармонизирани български технически нормативни актове.

Особено внимание трябва да се обърне на **БДС EN 50050:2003** и **БДС EN 50050:2007**. Съществено в тях е определянето на електростатичните ръчни нанасящи устройства

като **електрически средства за работа в автоматично** причислява тези устройства за **потенциално експлозивна атмосфера**. Това **прахово боядисване** към оборудването, което е

Табл. 1 Европейски технически нормативни актове

Europäische Normen EN

RL94/9/EG	Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemässen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen
EN 292-1 EN 292-2	Sicherheit von Maschinen ²⁾
EN 50 014 bis EN 50 020, identisch: DIN VDE 0170/0171	Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche ³⁾
EN 50 050	Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche - Elektrostatische Handsprüheinrichtungen ²⁾
EN 50 053 Teil 2	Bestimmungen für die Auswahl, Errichtung und Anwendung elektrostatischer Sprühanlagen für brennbare Sprühstoffe - Elektrostatische Handsprüheinrichtungen für Pulver ²⁾
EN 50 177	Ortsfeste elektrostatische Sprühanlagen für brennbare Beschichtungspulver ²⁾
PR EN 12981	Beschichtungsanlagen Spritzkabinen für organische Pulverlacke/ Sicherheitsanforderungen
EN 60529, identisch: DIN 40050	IP-Schutzarten; Berührungs-, Fremdkörper- und Wasserschutz für elektrische Betriebsmittel ²⁾
EN 60 204 identisch: DIN VDE 0113	VDE-Bestimmungen für die elektrische Ausrüstung von Bearbeitungs- und Verarbeitungsmaschinen mit Nennspannungen bis 1000 V ³⁾

*Bezugsquellen:

¹⁾ Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Strasse 449, 5000 Köln 41, oder die für die Mitgliedsunternehmen zuständige Berufsgenossenschaft

²⁾ Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstrasse 4, 1000 Berlin 30

³⁾ Generalsekretariat, Rue Bréderode 2, B-1000 Brüssel oder das zuständige Nationalkomitee

⁴⁾ VDE-Verlag GmbH, Bismarckstrasse 33, 1000 Berlin 12

обект на Директива **94/9/ЕО** на Европейския парламент и на Съвета от 23 март 1994 г. за сближаване на законодателството на държавите-членки относно оборудването и защитните системи, предназначени за използване в потенциално експлозивна атмосфера.

В тази Директива, която влезе в сила за страните-членки на Европейската общност на 01.03.1996 г. и отменя Директива 76/117/ЕИО и Директива 82/130/ЕИО, и която напълно обхваща областта на тези Директиви, е дадена точно формулировка за експлозивна и потенциално експлозивна атмосфера:

“Експлозивна атмосфера – смес с въздуха, при атмосферни условия, на запалими вещества под формата на газ, изпарения, мъгла, прах, в която

след възпламеняването започва разпространяване на горенето към цялата не изгоряла смес.

Потенциално експлозивна атмосфера представлява атмосферата, която би могла да се превърне в експлозивна поради локални и оперативни условия.”

Заклучение

Поради особеностите и спецификата на производството, нивото на техническо развитие и много често ограничените инвестиционни ресурси, в българската промишленост широко (при над 70-75 % от фирмите-производители) се използват основно ръчни уреди за електростатично прахово нанасяне. Затова трябва да се обърне особено внимание на конкретните нормативни технически актове в тази насока.

Табл. 2 Хармонизирани български технически нормативни актове.

№	Означение	Наименование	Статут
1	БДС EN 292-1:2000 <i>89/392/ЕЕС</i> <i>98/37/ЕС</i> БДС EN ISO 12100-1:2004 <i>98/37/ЕС</i>	Безопасност на машините. Основни положения, общи принципи за проектиране/разработване. Част 1: Основна терминология, методология. (същото заглавие) Част 1: Основна терминология, методология (ISO 12100-1:2003).	Отменен на 18.01.2001 г. и заменен от БДС EN ISO 12100-1 :2004. Действащ
2	БДС EN 292-2:2000 (заменя и отменя БДС 10705:1973 и БДС 12.2.003:1978 на 01.12.2000) <i>89/392/ЕЕС ; 98/37/ЕС</i> БДС EN ISO 12100-2:2004	Безопасност на машините. Основни положения, общи принципи за проектиране/разработване. Част 2: Технически принципи и изисквания (същото заглавие) Част 2: Технически принципи (ISO 12100-2:2003)	Отменен на 01.04.2004 г. и заменен с БДС EN ISO 12100-2:2004 Действащ
3	БДС EN 50014:2002 <i>94/9/ЕС</i> БДС EN 60079-0:2006 <i>94/9/ЕС</i>	Електрически съоръжения за потенциално експлозивни атмосфери. Общи изисквания Електрическа апаратура за експлозивни газови атмосфери. Част 0: Общи изисквания (IEC 60079-0:2004, с промени	Отменен на 05.04.2002 г. и заменен с БДС EN 60079-0:(2004):2006 от 01.06.2006 и от 01.10.2008 от БДС EN 60079-0:2006 Действащ
4	БДС EN 50020:2003 (заменя и отменя БДС 6413:1984 на 01 Dec 2003) <i>94/9/ЕС</i> БДС EN 60079 -11:2007 <i>94/9/ЕС</i>	Електрически съоръжения за потенциално експлозивни атмосфери. Съоръжения със собствена безопасност, вид "i" Експлозивни атмосфери. Част 11: Защита на съоръжения чрез собствена безопасност, вид "i" (IEC 60079-11:2006)	Действащ до 01.10.2009 г. (БДС EN 60079 -11:2007 го заменя) Действащ
5	БДС EN 50050:2003 <i>94/9/ЕС</i> БДС EN 50050:2007 <i>94/9/ЕС</i>	Ел. съоръжения за потенциално експлозивни атмосфери. Ръчни електростатични съоръжения за пръскане. Ел. апаратура за потенциално експлозивни атмосфери. Ръчни електростатични съоръжения за пръскане.	Действащ до 01.05.2009 г. (БДС EN 50050:2007 го заменя) Действащ
6	БДС EN 50053-1:2003	Изисквания за избора, инсталирането и използването на електростатични съоръжения за пръскане на запалими материали за пръскане. Част 1: Ръчни електростатични пи-	Отменен на 30.01.2004 г.

	БДС EN 50053-2:2003 БДС EN 50053-3:2003	столети за пръскане на боя, с ограничение на енергията до 0,24 mJ и свързаните към тях съоръжения. Част 2: Ръчни електростатични пистолети за пръскане на прах, с ограничение на енергията до 5 mJ и свързаните към тях съоръжения. Част 3: Ръчни ел.статични пистолети за пръскане и нанасяне на покритие от къси влакна, с ограничение на енергията до 24 mJ или 5 mJ и свързаните към тях съоръжения.	Отменен на 30.01.2004 г. Отменен на 30.01.2004 г.
7	БДС EN 50059:2003	Спецификация за ръчни електростатични съоръжения за пръскане на незапалими материали за боядисване и довършителни работи	Действащ
8	БДС EN 50177:2003 <i>94/9/EC</i> БДС EN 50177:2007 <i>94/9/EC</i>	Автоматични електростатични уредби за пръскане на запалими прахови покрития Автоматични електростатични съоръжения за пръскане на запалими прахови покрития	Действащ до 01.05.2009 г. (БДС EN 50177:2007 го заменя) Действащ
9	БДС EN 60529:2001 (заменя и отменя СТ на СИБ 778:1997 на 01.02.2001 г.) <i>2006/95/EC</i> БДС EN 60529:1991/A1:2004 <i>2006/95/EC</i> БДС EN 60529+A1:2004 <i>2006/95/EC</i>	Степени на защита, осигурени от обвивката (IP код) (IEC 60529:1989 + A1:1999) Степени на защита, осигурени от обвивката (IP код) (IEC 60529:1989 + A1:1999) Степени на защита, осигурени от обвивката (IP код) (IEC 60529:1989 + A1:1999)	Отменен на 24.02.2001 г. от БДС EN 60529+A1:2004 Действащ Действащ
10	БДС EN 60204-1:2003 (заменя и отменя БДС IEC 60204 на 01.07.2003 г.) <i>2006/95/EC; 98/37/EC</i> БДС EN 60204-1:2006 <i>2006/95/EC 98/37/EC</i> БДС EN 60204-11:2002 <i>98/37/EC</i>	Безопасност на машини. Електрообзавеждане на машини. Част 1: Общи изисквания (IEC 60204-1:1997) Безопасност на машини. Електрообзавеждане на машини. Част 1: Общи изисквания (IEC 60204-1:2006, с промени) Безопасност на машини. Електрообзавеждане на машини. Част 11: Изисквания към съоръжения за високо напрежение за напрежения над 1000V, променливо напрежение или 1500V постоянно напрежение, които не превишават 36 kV (IEC 60204-11:2000)	Действащ до 01.06.2009 г. (БДС EN 60204-1:2006 го заменя) Действащ Действащ

Същевременно трябва да се отбележи, че хармонизирането на българските нормативни актове в съответствие с европейските е един непрекъснат процес поради естеството на материята, и поради факта, че европейската нормативна база също е в процес на постоянно развитие, усъвършенстване и хармонизиране на нормативните бази на водещите европейски държави.

Литература

1. Директива 94/9/ЕО Съоръжения за потенциално експлозивна атмосфера
2. Директива 98/37/ЕС – Безопасност на машините.
3. Директива 2006/95/ЕС - Нисковолтови съоръжения.
4. Директива 89/392/ЕЕС - Machinery - Safety of machinery: general essential health and safety requirements.
3. EN 50014:1997 Electrical apparatus for potentially explosive atmospheres – General requirements
4. EN 50017:1998 Electrical apparatus for potentially explosive atmospheres – Powder filling “q”.
5. EN 50050:2001 Electrical apparatus for potentially explosive atmospheres - Electrostatic hand-held spraying equipment
6. БДС EN 50050:2007 Електрическа апаратура за потенциално експлозивни атмосфери. Ръчни електростатични съоръжения за пръскане.
7. EN 50053-1:1987 Requirements for the selection, installation and use of electrostatic spraying equipment for flammable materials - Part 1: Hand-held electrostatic paint spray guns with an energy limit of 0,24 mJ and their associated apparatus
8. EN 50059:1990 Specification for electrostatic hand-held spraying equipment for non-flammable material for painting and finishing
9. БДС EN ISO 12100-1:2004 Безопасност на машините. Основни положения, общи принципи за проектиране/ разработване. Част 1: Основна терминология, методология (ISO 12100-1:2003)
10. БДС EN 50177:2003 Автоматични електростатични уредби за пръскане на запалими прахови покрития
11. БДС EN 50177:2007 Автоматични електростатични съоръжения за пръскане на запалими прахови покрития
12. HVBG ZH 1/443 Sicherheitsregeln fuer: elektrostatische Verspruefen von brennbaren Bestimmungspulvern mit Handsprueheinrichtungen.
13. HVBG ZH 1/443 Sicherheitsregeln fuer: elektrostatische Verspruefen von brennbaren Bestimmungspulvern mit ortsfesten Spruehdnldgen.

Автори

доц. д-р инж. Радка Ангелова Петкова, Технически университет – София
гл.ас. инж. Василка Мартинова Станчева, Технически университет – София

EQUIPMENT FOR THE ELECTROSTATIC POWDER COATING – EUROPEAN TECHNICAL NORMATIVE ACTS

Radka Petkova, Vasilka Stancheva

The basic types of electrostatic devices, systems and stationary equipment for applying organic powder coating have been viewed. The current normative acts related to technological safety have been systemized.

Key words: devices and booths for powder coating, powder concentration, standards for powder coating

Assoc. Prof. Radka Angelova Petkova, PhD, Technical University of Sofia
Ass. Prof. eng. Vasilka Martinova Stancheva, Technical University of Sofia

СЪЩНОСТ И ХАРАКТЕРИСТИКА НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ТЕХНИЧЕСКО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО В МАГИСТЪРСКАТА СПЕЦИАЛНОСТ „ТЕХНИЧЕСКО ЗАКОНОДАТЕЛСТВО И УПРАВЛЕНИЕ НА КАЧЕСТВОТО”

Бранимир Сандалки, Милка Вичева
bsan@tu-sofia.bg, mvicheva@tu-sofia.bg

Анализира се ситуацията в България след пълноправното ѝ членство в Европейския съюз. Обсъжда се необходимостта от обучени специалисти в областта на Европейското техническо законодателство. Определят се съществените изисквания към инженерното обучение свързано с проектирането, производството и продажба на безопасни и конкурентноспособни продукти в Единния Европейски пазар. Обсъждат се основните принципи и характеристики на специализацията Техническо законодателство, стандартизация и сертификация (оценяване на съответствието) към новата магистърска специалност „Техническо законодателство и управление на качеството”. Представен е кратък преглед на структурата и съдържанието на всяка дисциплина в учебния план като се акцентира върху предимствата и актуалността на преподаваните дисциплини.

Ключови думи: Техническо законодателство, стандартизация, сертификация, конкурентноспособност

1. Увод

Присъединяването на България към Европейския съюз (ЕС) изправи инженерните кадри и производителите на машиностроителни продукти пред големи предизвикателства, свързани с условията за достъп на българските продукти на европейския пазар, въвеждането и особеностите на прилагане на регулаторните механизми на европейското техническо законодателство, правомощията на специфичните органи за контрол. Цялата система от технически норми на европейското законодателство, структурата и функциите на правоприлагащите и контролни органи промени съществено изискванията към българските машиностроители. Това обуслови необходимостта от информиране на обществеността за същността на европейското техническо законодателство и придобиване на знания от инженерните кадри, ангажирани с проектирането и производството на машиностроителни продукти. Анализът на авторите [1, 2, 3] показва неразбиране на основните понятия и механизми на регулиране на Единния европейски пазар (ЕЕП) от българските инженери и мениджъри. Основната причина за това е липсата на обучение по тези проблеми в

редовното инженерно образование. За да отговори на изискванията на ЕЕП, Техническият университет – София разкри през учебната 2007/2008 нова магистърска специалност “Техническо законодателство и управление на качеството (ТЗУК)” с две специализации:

- 1) Техническо законодателство, стандартизация и сертификация /оценяване на съответствието/ - ТЗСОС;
- 2) Управление на качеството - УК.

Първата специализация (ТЗСОС) обхваща всички основни въпроси, които са свързани с “пазарната” безопасност на продуктите. Втората специализация (УК) обхваща основните въпроси за управление на качеството, като главен проблем на пазарната конкурентно способност на продуктите, предоставяни в ЕЕП.

За успешното развитие на конкурентно способността в ЕЕП не е достатъчно само управление на качеството. По тази причина в първата специализация (ТЗСОС) се обхващат изискванията към интегрираните системи за управление (СУ), които освен СУ на качеството включват и СУ на околна среда, СУ на безопасни условия на труд, СУ за безопасност на храните и СУ на информационната сигурност.

Обект на разглеждане в настоящия доклад е съдържанието и предназначението на дисциплините, изучавани в първата специализация (ТЗСОС) на посочената магистърска специалност “ТЗУК”. С оглед на правилното разбиране на същността на специализацията ТЗСОС е необходимо първоначално да се изяснят основните понятия, свързани с “пазарната” безопасност на продуктите.

2. Характеристика и основни понятия от европейско техническо законодателство

Основен белег на Единния европейски пазар (ЕЕП) е свободното движение на стоки, хора, услуги и капитали. Целта на осигуряването на свободно движение на стоки е тяхното безпрепятствено разпространение на територията на всички страни, участващи в ЕЕП. Тази цел се постига чрез удовлетворяването на две условия:

- **конкурентно** **способност** на произведените продукти, които да отговарят на качествените изисквания на потребителите в ЕС;
- осигуряване на **безопасност** на продуктите и безвредност при тяхното потребление.

ЕС хармонизира националните технически законодателства чрез създаване на общностно законодателство известно като **Европейско техническо законодателство (ЕТЗ)**.

Нормативни актове на ЕТЗ са:

- регламент, директива – задължителни за прилагане с различен статут;
- резолюция, решение – задължителни за прилагане в ограничени области;
- препоръка, съобщение - нямат задължителен характер.

Регламентът има общо приложение. Той е задължителен в своята цялост и е директно приложим във всички държави.

Директивата обвързва всяка държава-членка, до която е адресирана, по отношение на резултата, който трябва да бъде постигнат, но оставя на националните власти избора на формите и средствата за неговото постигане.

Решението е обвързващо в своята цялост за онези, до които е адресирано.

Европейският нормативен акт (освен регламента) *се въвежда* в правната система на всяка държава-членка с национален нормативен акт. Държавата трябва да гарантира *приложението* на въвеждащия акт, както и не противоречието на националните си актове с изискванията на

регламентите. Ръководните органи на ЕС обръщат основно внимание на дейностите за *въвеждане* и особено за *приложение* на актовете на ЕТЗ. Чрез тях се осъществява **нормативно осигуряване** на безопасното приложение на “регулиран” продукт в ЕЕП.

За хармонизиране на стандартите и техническите изисквания ЕС прилага Отраслов (стар) и Нов подход. И двата подхода са подчинени на **основния принцип**, който действа в ЕЕП – **безопасност на продуктите**. Отрасловият подход се основава на разработване на подробни технически спецификации за всеки един продукт. Новият подход [4] се характеризира с преминаване от технически подробни за всеки отделен продукт изисквания към определени съществени изисквания за безопасност за типове продукти. Това означава, че всеки продукт, който отговаря на съществените изисквания за безопасност, може да се движи свободно на територията на страните - членките на ЕС, без значение по каква технология и в съответствие с какви технически стандарти е произведен.

Новият подход се основава на четири **основни принципа**:

- Хармонизацията на законодателството се изразява в приемане на **съществени изисквания**, на които трябва да отговарят продуктите, за да бъдат допуснати на ЕЕП;
- Техническите спецификации на продуктите са формулирани в **хармонизираните стандарти**;
- Прилагането на хармонизирани или на други стандарти е **доброволно**;
- Продукти, произведени в съответствие с хармонизираните стандарти, се считат **съответстващи на съществените изисквания**.

Глобалният подход въвежда процедури за оценяване на съответствието на модулен принцип, правила за използването на тези процедури и нотифицирани органи, удостоверяващи съответствието както и „СЕ” маркировката на продуктите. Поставянето на „СЕ” маркировката означава, че продуктът съответства на съществените изисквания на директиви от Нов подход и може свободно да се движи в ЕЕП. Модулите се различават в зависимост от фазата на развитие на продукта (напр. проектиране на продукта, прототип, цялостно производство), от вида на оценяването (напр. проверка на наличната

документация, одобряване на типа, осигуряване на качество) и от лицето, което оценява съответствието (т.е. производителя или трета страна).

“Оценяване на съответствието” (ОС) е обобщаващо понятие, което представлява комплекс от групи взаимосвързани дейности. Могат да се уточнят 4 основни вида дейности, които се прилагат за задължителното ОС на един регулиран продукт. Същите се прилагат и за доброволното ОС в направление “качество” на техническите продукти.

Изпитване на продукт. Определят се конкретните стойности на реалните характеристики само на екземпляри от продукта – извадка от една партида. В Протокол от изпитването се отразяват само данните за извадката, без заключение за оценено съответствие на продукта.

Сертификация на продукт. Това е основната група дейности за ОС на продуктите:

- *изпитване* на извадка и оценка на стойностите на реалните характеристики;
- *одит* за определяне на реалните характеристики на цялата партида;
- *нормативна експертиза* за оценка на съответствието им с нормативния акт;
- *издаване на Сертификат* за съответствието със срок на валидност - обикновено 3 години;
- *надзорен одит*, периодична проверка дали производителят осигурява съответствието на следващите партии на продукта в срока на валидност.

Контрол на регулиран продукт. Включва дейностите:

- ❖ изпитване/проверка на екземплярите на цялата единична партида;
- ❖ нормативна експертиза за оценка на съответствието им;
- ❖ издаване на Протокол – Сертификат, съдържащ стойностите и доказващ съответствието само на проверената единична партида, т.е. няма срок на валидност.

Сертификация на система за управление на качеството (СУК). Има специфично приложение за ОС на регулиран продукт. Ръководните органи на ЕС препоръчват приложението ѝ за определени нормативни актове, свързани с Глобалния (Модулния) подход.

Признаване на компетентността на лицата да извършват ОС на регулиран продукт (означават се ЛОС). Отговорността на ЛОС е голяма, тъй като те трябва да оценят и да издадат доказателството, че регулираният продукт е безопасен по предназначението си. Ръководните органи на ЕС са предвидили последователни групи от дейности за признаване на ЛОС.

Акредитация на ЛОС. Тази група дейности е обща за организациите, които оценяват съответствието в двете направления – безопасност и качество на техническите продукти. Чрез акредитация се признава общата техническа компетентност на видовете ЛОС, за да извършват посочените дейности: ИЛ – *изпитвателна лаборатория*, ОК – *орган за контрол*, ОСП – *орган за сертификация* на продукти; ОССУК – *орган за сертификация* на система за управление на качество.

Оправомощаване и Нотификация на ЛОС. Чрез тези дейности се определя и признава специфична техническа компетентност на акредитирано лице да извършва ОС на регулиран продукт с конкретен нормативен акт. Европейските изисквания са:

- ✚ оправомощаващият държавен орган отговаря за дейността на оправомощеното ЛОС;
- ✚ той предлага на Европейската Комисия (ЕК), на негова отговорност, да нотифицира оправомощеното ЛОС;
- ✚ ЕК определя идентифициращ номер на ЛОС;
- ✚ публикува в Официалния вестник на ЕС данни за ЛОС относно обхвата на ОС по определен европейски акт.

Доказателства за съответствие с изискванията за безопасност на продукт, издадени от нотифицирано ЛОС, следва да имат валидност за всички национални пазари, образуващи ЕЕП.

3. Същност и структура на новата магистърска специалност

Определянето на съдържанието на магистърската специализация ТЗСОС се основава на следните обстоятелства:

- 1) Европейските нормативни актове регулират различни типове продукти и се разграничават на:
 - а Директиви от “Нов” и “Глобален” подход – всяка от тях регулира по-голяма група продукти; съответствието с тези директиви се отбелязва с маркировката “СЕ”;

- b Директиви и регламенти от Отраслов подход – всеки акт регулира отделен продукт;
- c “Хоризонтални” директиви – регулират характеристики, свързани с “пазарната” безопасност на всички продукти.
- 2) Инженерното образование се разделя на специалности, които обхващат типове продукти:
- Металорежещи и обработващи машини и съоръжения;
 - Подемно транспортни и строителни машини;
 - Уреди (измервателни, оптически, хидравлични, пневматични и т.н.)
 - Текстилни машини и съоръжения;
 - Транспортни машини;
 - Железопътни машини;
 - Енергетични машини;
 - Електрически машини и апарати;
 - Комуникационни продукти;
 - Електронни устройства и съоръжения.

Три от директивите от Нов подход имат най-голямо приложение за всички видове технически продукти.

Машинна директива 98/37/ЕС - поставя [4] общи изисквания за безопасност към всички машини и съоръжения. Прилага се чрез “хармонизирани” европейски стандарти. Всеки такъв стандарт съдържа характеристики и норми за конкретен регулиран продукт. Към 31.08.2008 г. са въведени над 600 хармонизирани с Машинната директива стандарти, всеки от които съдържа норми за безопасност на конкретни продукти от посочените по-горе типове продукти.

Нисковолтова директива 2006/95/ЕС - поставя [4] общи изисквания за безопасност към всички технически продукти, които работят с електричество, т.е. почти към всички посочени по-горе типове. Прилага се чрез хармонизирани европейски стандарти, като към 31.08.2008 г. в сила са около 1200 такива стандарти.

Директива “Ел.магнитна съвместимост” 2004/108/ЕС - поставя [4] общи изисквания за безопасност към всички технически продукти, които имат ел.магнитни и други излъчвания, влияещи на телевизионните, радио и електронните средства за комуникация. Прилага се чрез хармонизирани европейски стандарти, като към 31.08.2008 г. в сила са около 200 такива стандарти.

Някои други европейски директиви, имащи значение за инженерните специалности, са: *Директива “Асансьори” 95/16/ЕС* само за тип В, *Директива “Газови уредби” 90/396/ЕЕС*, *Директива “Високоскоростни железопътни системи” 96/48/ЕС*, *Директива “Конвенционални железопътни системи” 2001/16/ЕС* и т.н.

От голямо значение за конкурентно способността на продуктите е тяхното качество. Изискванията на ЕС за “пазарно” качество се разглеждат в доклада по аналогия с “пазарна” безопасност на техническите продукти. Основно правило на ЕЕП е: *Когато на пазара се предлагат само продукти с доказана безопасност, тогава пазарно преимущество имат продуктите, които са с оценено и доказано съответствие с определени нормативни документи.* Качеството на един продукт се определя от множество характеристики и техните норми, определени главно в стандарти, които са доброволни за прилагане нормативни документи. Равнището на стандарта определя равнището на пазарното качество на продукта. Разграничават се следните равнища стандарти и отговарящото им равнище на “пазарно” качество на техническия продукт [1, 2, 3]:

- международен стандарт, определящ равнище на международно качество;
- европейски стандарт – равнище на европейско качество;
- национален /държавен/ стандарт – равнище на национално качество;
- национален стандарт, въвеждащ европейски или международен стандарт, тогава той определя европейско или международно равнище на качеството;
- ведомствен стандарт (на държавен орган) – равнище на ведомствено качество;
- браншови стандарт (на браншова организация) – браншово равнище на качеството;
- фирмен стандарт – фирмено равнище на качеството.

Проблемът за пазарна конкурентно способност се решава цялостно, когато основната част от българските предприятия успеят правилно да изградят, сертифицират и прилагат интегрирани системи за управления (СУ). Тези системи се изграждат на основата на СУК съвместно със СУ на околната среда (СУОС), на безопасни условия на труд (СУБУТ), на безопасност на храните (СУБХ) и на информационната сигурност (СУИС).

Всеки вид система за управление трябва да гарантира нормите на съответни характеристики на продуктите:

- СУК - нормите за пазарно качество на продуктите на предприятието;
- СУОС - нормите за екологичното влияние на продуктите и процесите му;
- СУБУТ – нормите за съхраняване на здравето на работниците, изпълняващи дейности, свързани с продуктите на предприятието;
- СУБХ – нормите за безопасна употреба на хранителните продукти;
- СУИС – нормите за постигане на информационната сигурност на предприятия и организации.

По аналогия с пазарната безопасност на продуктите, пазарната конкурентно способност се оценява и доказва чрез разглежданите видове дейности – изпитване, сертификация на продукт, контрол на продукт и сертификация на СУ.

Съгласно с разгледаните накратко основни постановки за “пазарна” безопасност и конкурентно способност се формират учебните дисциплини на специализация ТЗСОС на магистърската специалност ТЗУК.

Законодателство и функциониране на Европейския съюз – дисциплината е обща за двете специализации на ТЗУК. Нейното предназначение е да предостави знания за институциите и органите на ЕС, техните специфични функции и правомощия, процесът на вземане на решения. Изучават се основните източници и принципи на правната система на ЕС, разглеждат се общите политики на ЕС и структурните фондове.

Техническо законодателство на ЕС и РБ – обща за двете специализации на ТЗУК. Нейното предназначение е да запознае студентите с техническото законодателство на Европейския съюз (ЕС) и Република България (РБ). Изучават се техническите нормативни актове на ЕС, ролята им за функциониране на Единния европейски пазар, въвеждането им в нашето законодателство.

Стандартизация и сертификация – обща за двете специализации на ТЗУК. Нейното предназначение е да запознае бъдещите магистри: първата част - с основните положения на международната, европейската, националната и фирмената стандартизация; втората част - с условията, изискванията и начините за извършване на изпитване, сертификация и контрол, както и на акредитация на лицата, извършващи тези дейности.

Система за оценяване на безопасността на продуктите – обща за двете специализации на ТЗУК. Нейното предназначение е да обучи студентите по основните положения, постановки и условия за функциониране на европейската и националните системи на държавите-членки на ЕС за оценяване и доказване на “пазарната” безопасност на продуктите, вкл. ролята и поставянето на маркировката “СЕ”.

Единен Европейски пазар – избираема само за специализация ТЗСОС. Нейното предназначение е да формира знания за същността на ЕЕП и механизмите за неговото функциониране. Изучават се особеностите на функциониране на икономическия и валутен съюз, Европейската валутна система и въвеждането на Европейската парична единица – евро. Разглежда се правната рамка и правилата за защита на конкуренцията в ЕС и политиката за защита на потребителите.

Техническо законодателство по ОС, БУТ, БХ и ИС – избираема само за специализация ТЗСОС. Нейното предназначение е да запознае студентите с техническото законодателство по околна среда (ОС), безопасни условия на труд (БУТ), безопасност на храните (БХ), информационна сигурност (ИС). Разглеждат се целите и задачите по отношение на опазване на ОС, БУТ, БХ, ИС. Изучават се изискванията, дейностите и контрола по отношение на опазване на ОС, БУТ, БХ, ИС.

Стандартизация на управлението на ОС, БУТ, БХ и ИС – избираема само за специализация ТЗСОС. Нейното предназначение е да запознае студентите със сериите международни стандарти, които определят изискванията към системите за управление – СУОС, СУБУТ, СУБХ и СУИС. Изясняват се спецификата на възможностите и условията за изграждане, сертифициране и функциониране на тези СУ.

Алгоритмизация на оценяване на съответствието – избираема само за специализация ТЗСОС. Нейното предназначение е да запознае магистрите с научно-техническите постановки и алгоритмичен език за описание на всички дейности, свързани с нормативното осигуряване на “пазарната” безопасност и конкурентно способност на техническите продукти. Изясняват се средствата и начините за общо моделиране на процесите за извършване на различните видове оценяване на съответствието, с

цел да се разработят принципно алгоритмизирани Рамкови Процедури за тяхното изпълнение.

Курсов проект “Техническо досие на регулиран продукт” – избираем само за специализация ТЗСОС.

4. Заключение

Представеният набор от учебни дисциплини на специализацията ТЗСОС в основната си част са авторски разработки на преподавателите към Научно-изследователската лаборатория „Европейски стандарти, Техническо законодателство и Сертификация” (НИС”ЕсТзС”) към Технически университет – София. Тези дисциплини фактически обхващат всички съществени изисквания, условия и постановки, чрез които се осигурява пазарната безопасност и техническа конкурентно способност на продуктите в ЕЕП. С тяхното изучаване, българските инженери ще бъдат подготвени да изпълнят всички по-важни изисквания за успешното им участие с български продукти в ЕЕП.

Резултатите, представени в настоящата публикация, са финансирани от Вътрешния конкурс на ТУ-София-2008 г.

Автори:

проф.д.т.н. Бранимир Пенков Сандалски, Технически университет – София, Научно-изследователска лаборатория “Европейски стандарти, Техническо законодателство и Сертификация”
доц.д-р Милка Дончева Вичева, Технически университет – София

ESSENCE AND CHARACTERISTICS OF TRAINING IN TECHNICAL LEGISLATION IN THE MASTER’S DEGREE "TECHNICAL LEGISLATION AND QUALITY MANAGEMENT"

Prof. D.Sc. Branimir Sandalski, Assoc Prof. PhD. Milka Vicheva

The situation in Bulgaria after becoming a full member of European Union is analyzed. The need for trained professionals in the field of European technical legislation is justified. Essential requirements for engineering training associated with the design, manufacture and marketing of safety and competitive products in the Single European Market are defined. Basic principles and characteristics of specialization Technical legislation, standardization and certification (conformity assessment) to the new master's degree “Technical legislation and quality management” are discussed. A brief view of the structure and content of each of the subjects in the curriculum is presented using highlighting the advantages and actuality of teaching subjects.

Key words: Technical legislation, standardization, certification, competitiveness

Prof. D.Sc. Branimir Penkov Sandalski, Technical University – Sofia, Scientific and research laboratory “European standards, Technical legislation and certification
Assoc. Prof. Milka Doncheva Vicheva, Technical University – Sofia

ЛИТЕРАТУРА

1. Сандалски Б., Безопасност и качество на продуктите – проблемна област за успешно участие на българския бизнес в ЕЕП; НКМУ “Присъединяването на България към Европейския съюз – предизвикателства, проблеми, перспективи” БСУ; Сб. “Доклади”, Бургас, 2006.
2. Сандалски Б., Ир. Николова; За спешно въвеждане в инженерното образование на европейските постановки за “пазарна” безопасност и качество на техническите продукти; ЮКМУ ”20 години ТУ – филиал Пловдив” Сб. “Доклади”, Пловдив; 2006.
3. Sandalski B., V. Ilieva; Scientific – methodological modeling on standardization and relation activities; IV-th Balkan Conference "Standardization, protipation and quality - a tool for cooperation between Balkan countries; Sat. "Reports", Thessaloniki, 2007.
4. Guide to the Implementation of Directives based on the New Approach and the Global Approach; European Commission, 2000.

ОСНОВНИ ПОЛОЖЕНИЯ ЗА БЕЗОПАСНОСТ ПРИ РАБОТА В ЕЛЕКТРИЧЕСКИ УРЕДБИ И ПО ЕЛЕКТРИЧЕСКИ МРЕЖИ

Калинка Тодорова
ktodorova@tu-sofia.bg

Основна цел на безопасността при работа в електрически уредби и по електрически мрежи е ограничаване до минимум на предпоставките за възникване и броя на електрозлополуките, както и на последиците от тях, по време на трудова дейност и при всякакъв контакт на хора с електрически уредби, съоръжения, изделия и т.н.

Осъществяването на тази цел определя основните задачи на електробезопасността:

- Регистриране на електрозлополуките и анализ на предпоставките и факторите за тяхното възникване; - Разработване и прилагане на организационни и технически мероприятия за защита от електропоражения.

Ключови думи: безопасност, електрически уредби, електрически мрежи

Увод

Стремежът на България да се впише в механизмите за организиране на сътрудничеството и интеграцията в Европа е многостранно обоснован цивилизационен избор. Исторически и културно България принадлежи към европейската цивилизация.

Член III-210 от Единната Европейска конституция [1] предвижда, че страните-членки трябва да “поощряват” подобряването, особено на работната среда, с оглед на здравето и безопасността на работниците. От 01.01.2007 г. Република България стана равноправен член на Европейския съюз. В тази връзка страната ни изпълнява поетия ангажимент изцяло да въведе изискванията, принципите и нормите на европейското законодателство в своите национални нормативни документи, което основно се изразява във въвеждане изискванията на европейските директиви.

Темата за здравословните и безопасни условия на труд е с изключителна важност и широка приложимост във всички сфери на икономическия живот в страната. Интегрирането на дейността по безопасност и здраве при работа като елемент на цялостната бизнес политика на отделната фирма, представлява основен подход за успешно прилагане на новите стандарти, за осигуряване на устойчиво развитие и ефективност.

Изложение

В последните години изследванията у нас и в чужбина показват повишаване на честотата и тежестта на възникващите инциденти, злополуки, аварии и редица подобни събития, обобщени като критични. Това, както и повишените изисквания към безопасността в страните от Европейския съюз, са основание за задълбочено изучаване на проблемите на техническата безопасност.

Във връзка с всичко, изложено по-горе, от особено значение е и организацията за безопасност при работа в електрически уредби и по електрически мрежи. Минималните изисквания за здравословни и безопасни условия на труд в електрически уредби и мрежи се определят от Правилникът за безопасност при работа в електрически уредби и електрически мрежи [2].

Основна цел на електробезопасността е ограничаване до минимум на предпоставките за възникване и броя на електрозлополуките, както и на последиците от тях, по време на трудова дейност и при всякакъв контакт на хора с електрически уредби, съоръжения, изделия и т.н.

Основните задачи за осъществяването на тази цел са:

1. Регистриране на електрозлополуките и анализ на предпоставките и факторите за тяхното възникване.

2. Разработване и прилагане на организационни и технически мероприятия за защита от електропоражения.

За реализирането на първата задача основна роля имат Изпълнителна агенция “Главна инспекция по труда”, подразделенията по трудова медицина на МЗ и разследващите, и правораздавателни органи и др.

Реализирането на втората задача е свързано със следните мероприятия:

- *Формулиране и усъвършенстване на нормативната база за:*

- устройство на електрическите уредби, електропроводни линии и др., осигуряващо максимална безопасност;
- изисквания, периодичност и обем на работите по техническата експлоатация, осигуряващи максимална безопасност на електрическите уредби;
- изисквания и правила, осигуряващи безопасност при извършване на различните видове работи по електрическите уредби, съоръжения, линии и др.

- *Обучение и контрол на знанията на електротехническия персонал за подобряване на теоретичната и практическата му подготовка по електробезопасност.*

- *Разработване и усъвършенстване на техническите мероприятия за защита от електропоражения при директен и индиректен допир до тоководещи части, както и на изисквания, и правила за тяхното прилагане.*

Защитата срушу поражения от електрически ток включва разработването на:

Организационни мероприятия

1. Оформяне на задачата за работа

- *С наряд по образец*

В наряда се описва видът на работите на обекта, датата и часът на започване на работа, състава на бригадата и функциите на членовете ѝ.

Изпълнителите трябва да имат най-малко III квалификационна група при уредби с напрежение до 1000V и най-малко IV при работа в уредби над 1000V.

Ръководителят на бригадата трябва да има най-малко IV квалификационна група за работа в

уредби до 1000V и V в уредби с напрежение над 1000V.

Наблюдаващият да е с най-малко III квалификационна група при пълно изключване на напрежението и най-малко с IV квалификационна група при работа с частично изключване на напрежението или в близост до части под напрежение.

Нарядът се издава в два екземпляра, единият за ръководителя, а вторият се съхранява в папката за наряди.

- *С устно нареждане, дадено непосредствено или чрез средство за телекомуникация*

Нареждането има еднократен характер и действа в продължение на работния ден. Когато се налага продължаване на работата и на следващия ден, нареждането се дава отново.

2. Подготовка на работното място и допускане до работа

Към работа се пристъпва само след получаване на специално разрешение от оперативния персонал или от отговорния ръководител.

Забранено е издаване на разрешение с предварително уговорен час на започване на работа.

Допускащия до работа е длъжен да:

- провери състава на бригадата и квалификацията на участващите в нея;
- обясни на бригадата условията за безопасна работа;
- покаже на бригадата работното място и да докаже отсъствието на напрежение;
- покаже разположените в близост части под напрежение;
- предаде екземпляр от наряда на изпълнителя.

3. Контрол по време на работа

Контролът се извършва от наблюдаващия, който е длъжен през цялото време да бъде на работното място и да следи за недопускане на нарушения на правилата за безопасна работа.

4. Завършване на работата, предаване - приемане, закриване на наряда и включване на уредбата

След завършване на работата, ръководителя на бригадата трябва да изведе бригадата от обекта и едва тогава да даде

нареждане за снемане на преносимите заземления. След снемане на заземленията нарядът се закрива и се счита, че обектът е под напрежение.

Технически мероприятия

Категории работи

Работите, извършвани в действащи електрически уредби/мрежи по отношение на мерките за безопасност се разделят на четири категории:

- *Работи, при пълно изключване на напрежението* са тези, които се извършват в помещение или открита електрическа уредба, като по всички тоководещи части напрежението е изключено.
- *Работа с частично изключване на напрежението* са такива, извършвани в част от уредбата или съоръжението, в която част напрежението е изключено.

За осигуряване на безопасността при работа с пълно или частично изключване на напрежението, трябва да бъдат изпълнени следните технически мероприятия в изложената последователност:

- видимо изключване на напрежението от комутационен апарат;
- окачване на табелки и поставяне на ограждения;
- проверка за отсъствие на напрежение с индикатор за напрежение;
- заземяване и свързване на късо на тоководещите части.

- *Работи без изключване на напрежението*

Работи без изключване на напрежението са тези работи, които по своето естество се извършват на безопасно разстояние от тоководещи части или при условия, изключващи възможност за случаен допир или недопустимо сближаване с тоководещи части.

- *Работи под напрежение*

Всички видове работи под напрежение трябва да се извършват в съответствие с технологичните инструкции за работа под напрежение. Преди започване на работа под напрежение се преминава от "нормален режим" в "специален режим", при който се изисква:

- окачване на съответните табелки и ограждане на работното място;
- забрана за ръчно изключване и на ръчно включване след автоматично изключване на уредбата или съоръжението;

- наличие на дежурен персонал в електрическата уредба.

Преминаването от "специален" в "нормален" режим може да се извърши след закриване на наряда.

До извършване на работи под напрежение се допускат лица, преминали специална подготовка и притежаващи съответния документ.

Защитата срещу директен допир до тоководещи части представлява защитно мероприятие, с която се предотвратяват поражения от електрически ток, поради допирание или опасно приближаване до части под напрежение. На защита срещу директен допир подлежат всички тоководещи части с напрежения над 25V (постоянно или променливо) с някои изключения.

За защита срещу директен допир поотделно или съвместно се прилагат следните мерки:

- *електрическа изолация на тоководещите части;*
- *обвивки и прегради;*
- *ограждения;*
- *разполагане извън зоната на досегаемост;*
- *безопасно свръхниско напрежение (БСНН) до 25V.*

1. Разполагане на откритите тоководещи части извън зоните на досегаемост

Тоководещите части се разполагат така, че свободният достъп до тях да е максимално ограничен чрез осигуряване на нормирани изолационни разстояния.

2. Ограждане

Ограждането се осъществява чрез *защитни огради и прегради*. Разстоянията между частите под напрежение и защитните огради зависят от работните напрежения и са нормативно регламентирани. Огражденията се закрепват така, че случайното им сваляне да е невъзможно. Оградите се изработват от плоскости или мрежи, от изолационни или проводими материали. Когато оградите са от проводими материали, се заземяват.

3. Блокировка

Блокировките са устройства, които могат да функционират по два начина:

- да предизвикват автоматично изключване на захранването към тоководещите части, при премахване на преградите;

- да не позволяват премахване/отваряне на преградата докато не е изключено напрежението.

След като преградата е премахната или вратите са отворени, блокировката не трябва да позволява включване на напрежението.

4. Сигнализации

Сигнализациите са технически мероприятия, чрез които се информира персонала, намиращ се в потенциално опасни зони за поява или отсъствие на опасен фактор. Биват *светлинни, звукови, механични и др.* За по-ясно различаване, сигнализации за опасност или ненормални режими се комбинират.

5. Маркировки

Маркировките подобряват информираността на персонала за съществуващи или потенциални опасности. Те осигуряват нагледност и предотвратяват грешни действия. Особен вид маркировки са различните видове *табели и знаци* със специално оформление и стандартен текст – предупредителни, указателни и др.

6. Безопасно свръхниско напрежение

В работни среди с особена опасност от електропоражение, в които се изисква всички електрифицирани инструменти, апарати и устройства да са от клас III по електробезопасност, единственото позволено мероприятие за защита от електропоражение е използването на **безопасно свръхниско напрежение (БССН)**. За напълно безопасни могат да се смятат мрежи с работно напрежение до $12V$.

7. Защитно разделяне

Защитното разделяне е техническо защитно мероприятие, с което се осигурява захранването на един единствен консуматор в самостоятелен токов кръг с работно напрежение до $400V$, изолиран от земята и други мрежи и токови кръгове. Защитното разделяне на електрическата мрежа се реализира по два начина:

- чрез захранване на отделните консуматори през разделителни трансформатори, включени към трифазна мрежа;
- чрез двигател-генераторни групи или преобразуватели, чиито намотки са разделени от първичните вериги с изолация, отговаряща на двойната или са с екранирани намотки.

Защитата срещу индиректен допир до тоководещи части включва:

1. Защитно изолиране

а) Основна (работна) изолация

Основната изолация на тоководещите части е предназначена да осигури нормалната експлоатация на електрически машини, съоръжения и уредби. Тя трябва да покрива тоководещите части и да издържа на работното напрежение, предвиденото изпитвателно напрежение, комутационните и други пренапрежения, и на всички други въздействия в процеса на експлоатацията. Основната изолация може да се разглежда като самостоятелна мярка за осигуряване на електробезопасност само при напрежения до $250 V$. При по-високи напрежения, са необходими допълнителни мерки - ограждане на изолираните тоководещи части, полагането им в тръби и др. Когато основната изолация се осигурява чрез въздушна междина, защитата срещу директен допир или опасно приближаване се осъществява посредством обвивки, прегради, огради или разполагане извън зоната на досегаемост.

б) Защитна (допълнителна) изолация

Защитната изолация е предназначена да осигури безопасност при пробив в основната изолация. Защитната изолация трябва да отговаря най-малко на всички изисквания към основната изолация. Изолационни покрития от емайли, оксидации, лакове, текстилни оплетки и други подобни не се приемат за защитно изолиране.

в) Двойна изолация

Двойната изолация представлява комбинация от два слоя изолация – основна и защитна, които са физически разделени един от друг. Двойната изолация осигурява много висока степен на безопасност и се смята за едно от най-добрите самостоятелни защитни мероприятия за осигуряване на електробезопасност при напрежения до $400 V$. Прилага се масово в преносими и мобилни електротехнически изделия, ръчни електроинструменти, офис техника, битова техника и др.

г) Усилена изолация

Под усилена се разбира изолация, имаща качества и отговаряща на изискванията най-малко като тези на двойната изолация. Усилената изолация може да се изпълни конструктивно от един или няколко изолационни елементи или слоя. Електрическите устройства с усилена изолация не се свързват със защитен проводник.

д) Изолиране на работното място

Представява покриване на работното място и всички други проводими обекти в помещенията и съоръженията, които могат бъдат едновременно допрени от човек, с изолационен материал, отговарящ на изискванията за защитна изолация, дефинирани по-горе.

2. Защитно заземяване

Защитното заземяване е техническо мероприятие за защита от индиректен допир, което се състои в преднамерено свързване на проводимите нетоководещи части със земя през *защитен проводник*, наречен *заземителен проводник* и специално устройство с добър контакт със земята, наречено *заземител*. Действието на защитното заземяване се проявява при поява на корпусно съединение. Предназначението на защитното заземяване е да отстрани опасността от електропоражение за хора и животни при поява на корпусно съединение.

3. Зануляване

Зануляването представлява преднамерено електрическо свързване на всички проводими нетоководещи части с многократно заземения нулев PEN или защитен PE проводник на захранващата електрическа мрежа.

4. Защитно изключване

Защитното изключване представлява защитно мероприятие за предотвратяване на поражения от електрически ток при индиректен, а в някои случаи и при директен допир. Защитното

изключване осигурява бързо и едновременно изключване на захранването към участък от мрежата или консуматор, в който е възникнала повреда.

Заключение

Развитието на съвременната техника и стремежът към повишаване на качеството на продукцията и производителността на труда налагат и все по-детайлното разглеждане на въпросите, свързани с проблемите на човешкия труд. Работната среда трябва да отговаря на изискванията на безопасността и ергономията. В

часност разработването и спазването на изложените по-горе мерки и мероприятия според Правилника за безопасност при работа в електрически уредби и по електрически мрежи, е гаранция за осигуряване на здравословни и безопасни условия на труд в електрически уредби и мрежи.

Литература

1. Treaty establishing a Constitution for Europe.
2. Правилник за безопасност при работа в електрически уредби и по електрически мрежи, Изд. от министъра на енергетиката и енергийните ресурси, обн., ДВ, бр. 34 от 27.04.2004 г., в сила от 27.04.2004 г., изм. и доп. ДВ, бр. 19 от 2005 г.

Автор:

гл.ас. Калинка Миткова Тодорова, Технически университет – София

BASIC PRICIPLES FOR SAFETY WORKING WITH ELECTRICAL INSTALLATIONS AND ELECTRICAL NETWORKS

Kalinka Todorova

The main aim for safety working with electrical installations and electrical networks is minimizing the reasons for its arising and minimizing the number of electrical accidents, as well as the effects of its action in every contact of the people with electrical devices, equipments, installations and etc.

The realization of this aim determines the following problems related with the safety working with the electrical installations:

- *Registering the electrical accidents and analysis of the reasons and the factors about it arising.*
- *Development and applying the organization and technical activity for protection from electrical injuries.*

Ass. eng. Kalinka Todorova, Technical University - Sofia

СИСТЕМИТЕ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА – ВАЖЕН ФАКТОР ЗА УЧАСТИЕ В EMAS

Ирена Николова
inikolova@tu-sofia.bg

За опазване на околната среда се разработват и приемат:

- технически нормативни актове, които въвеждат задължителни норми и изисквания;
- стандарти с доброволни норми и изисквания.

На ниво Европейски съюз (ЕС) за поддържането на по-добра резултатност на европейските организации относно опазването на околната среда се прилага EMAS (Eco-management and audit scheme) чрез Регламент ЕС/761/2001. Той осигурява общи правила, процедури и основни изисквания относно EMAS, докато мерките са оставени за решаване от страните-членки.

Организациите трябва да прилагат европейски или международни стандарти за системи за управление на околната среда и да отговарят на съответните изисквания на посочения Регламент.

В доклада се изследва състоянието на изпълнението на целта на EMAS в Република България.

Ключови думи: стандарти, околна среда, управление, техническо законодателство

Увод

Европейският съюз (ЕС) има за цел насърчаване изцяло на устойчивия растеж чрез разширяване обхвата на инструментите в областта на опазване на околната среда и за използване механизмите на пазара за задължаване на организациите да предприемат активен подход в тази област, извън съответствието с всички други нормативни изисквания относно околната среда.

Организациите от индустриалния сектор могат доброволно да участват в **Схема за управление и одит на околната среда (Eco-management and audit scheme - EMAS)**. EMAS е достъпен за всички организации, имащи значително въздействие върху околната среда, осигурява им средства за управление на тези значителни въздействия и за подобряване на техния цялостен резултат по отношение опазването на околната среда.

В съответствие с принципа на субсидиарност и принципа на пропорционалност на ниво ЕС трябва да се постигне ефективност на EMAS при поддържането на по-добра резултатност на европейските организации относно опазването на околната среда. Регламент ЕС/761/2001 [1], който въвежда EMAS, се ограничава при гарантиране

еднаквото прилагане на EMAS в ЕС чрез осигуряване на общи правила, процедури и основни изисквания относно EMAS, докато мерките, които могат да бъдат адекватно изпълними на национално ниво, са оставени за решаване от страните-членки. Организациите се насърчават да участват в EMAS доброволно и да печелят допълнителни ползи относно редовния контрол, спестяване на разходите и облик пред обществото.

Важно е участието на малките и средни предприятия в EMAS. Тяхното участие се насърчава чрез:

- създаване и използване на мерките за техническа помощ;
- създаване и действие на структури, насочени към осигуряване на такива организации със съответните поддръжка и познания.

Осигурената от страните-членки информация се използва от Комисията за оценяване нуждата от специални мерки, насочени към по-широко участие в EMAS от организациите.

Прозрачността и истинността при организациите, прилагащи системи за управление на околната среда, се насърчават, когато системата за управление, програмата за одит и отчета по околна среда на тези организации, са изследвани,

за да се контролира изпълнението на съответните изисквания на Регламент ЕС/761/2001 и когато отчета по околна среда и неговите последващи актуализации са заверени от акредитиран проверяващ по околна среда.

Всяка страна-членка гарантира, че:

- организациите са информирани за съдържанието на този регламент;
- обществеността е информирана за целите и принципните елементи на EMAS.

Страните-членки използват публикации в местни вестници, рекламни кампании или други средства за разпространяване и повишаване нивото на обществено съзнание за EMAS.

Изложение

Целта на EMAS е насърчаване продължителното подобряване резултатността на организацията спрямо опазването на околната среда чрез:

- създаване и прилагане на системи за управление на околната среда от организациите;
- систематично, обективно и периодично оценяване показателите на тези системи;
- предоставяне информация на обществеността и други заинтересувани страни за резултатността на организацията по отношение на околната среда;
- включване на персонала.

EMAS не засяга разпоредби на съществуващото законодателство на ЕС или национални закони, или стандарти относно контрола върху околната среда и задълженията на организациите по тези закони и стандарти. Схемата е отворена за всички организации, подобряващи функциите си спрямо околната среда.

За да се регистрира организацията трябва:

- да провежда преглед по околна среда на дейностите, продуктите и услугите, в съответствие с Регламент ЕС/761/2001;
- да прилага система за управление на околната среда (Организация, която има сертифицирана система за управление на околната среда, когато преминава към прилагане на EMAS, не се нуждае от официален първоначален преглед по околна среда, ако информацията, необходима за определянето и оценяването на аспектите на околната среда, е осигурена чрез сертифицираната система за управление на околната среда.);

- да извършва или предизвиква извършването на одити на околната среда в съответствие с изискванията (Одитът трябва да се планира, за да се оцени резултатността на организацията към опазването на околната среда);
- да подготвя отчет по околна среда (В него трябва да се обърне внимание на резултатността на организацията по отношение на екологичните цели и задачи);
- нейните политика, програма, система за управление, процедури за преглед и отчет по околна среда или извлечения от него да бъдат разгледани, с цел да се провери дали отговарят на съответните изисквания на Регламент ЕС/761/2001;
- да предава одобрения отчет по околна среда на компетентния орган на страната-членка, където е разположена организацията и след регистрацията да го направи публично достояние.

За да се продължи регистрацията по EMAS организацията трябва:

- да има контролирани според изискванията система за управление на околната среда и програма за одит;
- да предава годишно удостоверени актуализации на отчета по околна среда на компетентния орган и те да са достъпни за обществеността.

В сектор “Индустриално замърсяване и управление на риска” EMAS - Регламент ЕС/761/2001, е въведен у нас с нормативните актове:

а) **Закон за опазване на околната среда** (ДВ, бр.91/25.09.2002г., посл. изменение ДВ, бр.77/27.09.2005г.);

б) **Наредба за Националната схема за управление по околна среда и одитиране** (ДВ, бр.26/21.03.2003 г., попр., ДВ, бр.31/04.04.2003 г.).

В чл.132-136, чл.142 на Раздел III. *Национални схеми за подобряване на резултатите в опазване на околната среда* на Глава седма. *Предотвратяване и ограничаване на промишленото замърсяване* на Закона за опазване на околната среда [2] са разгледани въпросите относно екоуправление и одит. За насърчаване на организациите да поемат доброволни ангажименти по отношение опазването на околната среда се създава Национална схема за управление по околна среда и одитиране (НСУОСО). Със схемата се цели сертифициране по определени критерии на

организациите и регистрирането им. С НСУОСО се постига непрекъснато подобряване на резултатите на различните организации по отношение на опазването на околната среда и осигуряване на съответната информация на обществеността и на други заинтересувани страни.

С Наредбата за НСУОСО [3] се определят:

а) органите за управление на НСУОСО и тяхната компетентност;

б) изискванията към организациите, желаещи да се регистрират и да поддържат регистрацията си по НСУОСО;

в) редът за регистрация на организациите, както и контролът за съответствие с изискванията за регистрация и прекратяването на регистрацията;

г) предоставянето на информация на обществеността и на други заинтересувани страни за дейността на НСУОСО.

НСУОСО определя последователността от действия, които трябва да предприеме организация, за да бъде регистрирана като съответстваща на определените в Наредбата изисквания и да поддържа регистрацията. Проверката на съответствието на организацията с изискванията на Наредбата и потвърждаването на отчета ѝ по околна среда се извършват от акредитирани проверяващи по околна среда.

Счита се, че организациите, които прилагат европейски или международни стандарти за **системи за управление на околната среда** и са удостоверени съгласно необходимите сертификационни процедури като отговарящи на тези стандарти, отговарят и на съответните изисквания на EMAS при условие, че:

а) стандартите и процедурите са признати от Комисията, действаща в съответствие с процедурата;

б) удостоверяването е извършено от орган, чиято акредитация е призната от Комисията, действаща в съответствие с процедурата.

За да се регистрират в EMAS организациите трябва да докажат пред проверяващия съответствие само с изискванията на признатите стандарти. Системата за управление на околната среда се прилага съобразно изискванията на раздел 4 на EN ISO 14001 - стандарт за системи за управление на околна среда. За НСУОСО - раздел 4 на БДС EN ISO 14001 [4].

Организациите трябва да докажат, че са се запознали и прилагат цялото законодателство по околна среда и че са изградили процедура, която

да дава възможност на организацията за изпълни съществуващите изисквания.

Организацията трябва да докаже, че системата за управление на околната среда и процедурата за одит са насочени към действителната резултатност на организацията по отношение на екологичните аспекти и че оценката на дейността е предвидена като част от процеса на извършване на контрол. Организацията трябва да постигне продължително подобряване на своята дейност по отношение на околната среда.

Организацията трябва да докаже, че се провежда отворен диалог със заинтересуваните страни, вкл. местните образувания и потребителите, по отношение въздействието на околната среда на техните дейности, продукти и услуги, за да се определят засегнатите заинтересувани страни.

За да вземе решение по отношение на значителното въздействие върху околната среда, което оказва, организацията взема предвид всички екологични аспекти - дейностите, продуктите и услугите, и въз основа на критерии, определени от организацията, се решава кои от екологичните аспекти имат значително въздействие. Организацията взема предвид преките и косвени екологични аспекти на своите дейности, продукти и услуги.

Организация, която няма изградена система за управление на околната среда, трябва първоначално да посочи своята сегашна позиция по отношение на околната среда посредством **преглед**. Целта на прегледа е разглеждане на екологичните аспекти на организацията като основа за създаване на система за управление на околната среда.

Прегледът трябва да включва 5 основни области:

а) закони, нормативни и други изисквания, които организацията е приела;

б) идентификация на всички аспекти на околната среда със значително въздействие, качествено и количествено определени, където това е подходящо, и съставяне на регистър на определените като значими;

в) описание на критериите за оценка на значимостта на въздействието;

г) оценка на всички съществуващи практики и процедури за управление на околната среда;

д) оценка на резултатите от анализа на инцидентите.

Във всички случаи, се дава заключение за дейността на организацията при нормални и извънредни условия и при възможни условия на спешна ситуация. Съответният подход на извършване на прегледа може да включва списъци, интервюта, преки инспекции и измервания, резултати от предишни одити или други прегледи, в зависимост от характера на дейностите. Процесът на определяне на значителните екологични аспекти, свързани с дейностите в действащите звена, където е подходящо разглежда: емисии от въздуха; изхвърляне на води; управление на отпадъци; замърсяване на почвите; използване на сурови материали и природни ресурси; други местни въпроси, свързани с околната среда и обществеността.

Този процес разглежда нормалните условия на действие, условията на спиране и стартиране, както и реалните възможни значителни въздействия, свързани с логично предсказуеми или спешни ситуации. Процесът предвижда определяне значителните екологични аспекти, свързани с дейностите, продуктите или услугите и не се изисква подробна оценка на цикъла на живот. Не е нужно организациите да оценяват всеки продукт, елемент или суров продукт. Те могат да определят категориите дейности, продукти или услуги за определяне на аспектите, за които е най-възможно да имат значително въздействие.

Вътрешният одит гарантира, че извършваните от организацията дейности, се ръководят в съответствие със създадените процедури. Одитът идентифицира всички проблеми по тези процедури или всички възможности за подобряването им. Обхватът на одита, извършван в една организация, може да варира между одит на една обикновена процедура до одит на всички дейности. След определен период от време всички дейности в една организация са обект на одит. Необходимото време за цялостен одит на всички дейности е цикъл на одита. За малки организации е възможен одит на всички дейности едновременно. За тези организации цикъла на одит е периода между тези одити. Вътрешните одити се извършват от лица, независими по отношение на дейностите, които се одитират, за да се гарантира безпристрастен поглед върху тях. Те могат да се извършат от служители на организацията или външни лица

(служители от други организации, от други отдели на същата организация или консултанти).

В програмата на организацията за одит на околната среда писмено се определят целите на всеки одит и цикъла на одит, вкл. колко често ще се извършва одита за всяка дейност. Целите трябва да включват оценка на действащата система за околна среда и определяне на съответствието между политиката на организацията и програмата, като самата програма трябва да съответства на законовите изисквания за околна среда.

Целият обхват на отделния одит или когато е приложимо на всеки етап от цикъла на одит, трябва ясно да се определи и трябва изрично да определя:

- обхванатите области;
- дейностите, подлежащи на одит;
- стандартите по околна среда, които ще се разглеждат;
- периода, обхванат от одита.

Одитът по околна среда включва оценка на действителните данни, необходими за оценка резултатността на организацията по отношение опазването на околната среда.

Целта на **отчета по околна среда** е да осигури информация относно въздействието върху околната среда и резултатността на организацията. Той също е средство за насочване на заинтересуваните страни.

При своята първа регистрация, организацията осигурява информация за околната среда, която се отнася към отчета, за да може да се утвърди от проверяващия. Информацията се предоставя на компетентния орган след утвърждаването, след което се предоставя за достъп на обществеността. Отчетът по околна среда е средство за комуникации и диалог със заинтересуваните страни относно резултатността на организацията спрямо опазването на околната среда. При подготовката и писането на отчета, организацията взема предвид нуждите от информация на обществеността.

Всяка година организацията трябва да актуализира информацията, посочена в отчета и тези промени трябва да са утвърдени от проверяващия по околна среда. След утвърждаването на промените, те се предоставят на компетентния орган и са достъпни за обществеността.

Организацията може да поиска чрез нейната система за управление на околната среда, да

предостави на различен кръг заинтересувани или на страните, за които се отнася, обобщена информация и да използва само избрана информация от отчета по околна среда.

Обобщената информация, която образува отчета по околна среда за една организация и актуализираната информация, трябва да са достъпни за обществеността. Това не означава, че организацията трябва да публикува или отпечатва един единствен документ и да го разпространява само при поискване. Организациите се насърчават да използват всички допустими методи (електронни публикации, библиотеки и др.). Организацията трябва да може да докаже на проверяващия по околна среда, че при интерес относно резултатността на организацията спрямо опазването на околната среда, всеки може лесно и свободно да получи достъп до информацията.

Всяка страна-членка създава система за **акредитация на независими проверяващи по околна среда** и за надзор на тяхната дейност. За тази цел могат да се използват съществуващи акредитационни институции или компетентните органи да определят или създадат други органи с необходимия статус. Страните-членки осигуряват съставът на тези системи да е такъв, че да гарантира тяхната независимост и неутралност при изпълнение на техните задачи.

Страните-членки информират Комисията за взетите мерки и за съответните промени в структурата и процедурите на системата за акредитация.

Проверяващите по околна среда, акредитирани в една от страните-членки могат да извършват контрол на дейностите във всяка друга страна-членка.

Акредитацията на проверяващите по околна среда, се основава на следните главни принципи на компетентност. Акредитиращият орган може да избере да акредитира като проверяващи по околна среда отделни лица, организации или и двете. В съответствие с тези принципи националните акредитиращи системи определят изискванията на процедурата и подробните критерии за акредитиран проверяващ по околна среда.

Системите за акредитация създават, ревизират и актуализират списък на акредитираните проверяващи по околна среда във всяка страна-членка и всеки месец, директно или чрез друг национален орган, съобщават този списък на Комисията.

Съгласно Закона за опазване на околната среда в нашата страна Изпълнителна агенция "Българска служба по акредитация" (ИА "БСА") акредитира проверяващите по околна среда. Тя води публичен регистър на акредитираните проверяващи по околна среда и ежесечно уведомява компетентния орган за настъпилите изменения. За сега в този регистър няма регистрирани акредитирани проверяващи по околна среда.

Процедурата и подробните критерии за акредитация на проверяващите по околна среда се определят в съответствие с изискванията на Наредбата за НСУОСО и процедурата за акредитация на ИА "БСА".

ИА "БСА" осъществява надзор за оценка на съответствието на дейността на проверяващия с изискванията за акредитация.

Организациите със сертифицирани системи за управление на околната среда съгласно БДС EN ISO 14001 от акредитирани от ИА "БСА" органи не е необходимо да провеждат прегледа в случаите, когато системата за управление на околната среда осигурява необходимата информация за определяне и оценка на аспектите на околната среда.

Компетентните органи създават и поддържат списък с регистрираните организации за всяка страна-членка. Компетентните органи пряко или посредством националните власти, в зависимост от решението на страната-членка, всеки месец съобщават на Комисията списъка.

Тези списъците се поддържат от Комисията, която ги прави достъпни за обществеността.

Страните-членки осигуряват състава на компетентните органи да е такъв, че да гарантира тяхната независимост и неутралност и това да прилагат разпоредбите по последователен начин.

Компетентният орган е отговорен за регистрацията на организациите по EMAS. Той контролира включването и актуализиране на данните за организациите в регистъра. Отказ от регистрация, прекратяване и заличаване от регистъра, се извършва след консултации със заинтересуваните страни, с цел да се осигурят необходимите за компетентния орган данни.

Всеки месец компетентният орган актуализира всички промени в списъка на регистрираните по EMAS.

У нас министърът на околната среда и водите или упълномощен от него заместник-министър е

компетентният орган, който организира и ръководи цялостната дейност на НСУОСО.

Министърът на околната среда и водите дава указания за извършване на регистрацията, прегледа и изготвянето на отчета по околна среда.

Компетентният орган поддържа публичен регистър на организациите. Към регистъра се води списък на документите за регистрацията по НСУОСО. Регистърът се актуализира в срок 3 работни дни от датата на всяко изменение. Достъпът до информацията, въведена в регистъра, се осигурява чрез страницата на Министерството на околната среда и водите в Интернет. Направеното проучване показва, че все още няма регистрирана българска организация в публичния регистър.

Заключение

Република България трябва да предприеме необходимите мерки за създаване на условия за

участие на организациите в EMAS (НСУОСО), за акредитиране на проверяващи по околна среда, както и за използване на изградените системи за управление на околната среда в организациите за участие EMAS (НСУОСО).

Литература

1. Regulation EC/761/2001 of the European parliament and of the Council allowing voluntary participation by organizations in a Community eco-management and audit scheme (EMAS).
2. Закон за опазване на околната среда, ДВ, бр.91/25.09.2002г.
3. Наредба за Националната схема за управление по околна среда и одитиране, ДВ, бр.26/21.03.2003г.
4. БДС EN ISO 14001 Системи за управление по отношение на околната среда. Изисквания и указания за прилагане.

Автор:

доц. д-р Ирена Николова Ценколовска, Технически университет – София

THE ENVIRONMENT MANAGEMENT SYSTEMS - IMPORTANT FACTOR FOR A PARTICIPATION IN EMAS

Irena Nikolova

About protection of environment are developed and accepted:

- technical legislative norms and requirements;
- standards with voluntary requirements.

For maintenance of better results of organization about environment protection are applying EMAS (Eko-management and audit scheme) at EU level through Regulation EC/761/2001. This one assures common rules and main requirements for EMAS, whereas the legal measures are recognizance of EU members.

The organizations must apply European or International standards for environment management systems and correspond at relevant requirements of above Regulation.

In the paper is investigated the condition of the implementation of the purpose of EMAS in Bulgaria.

Key words: *standards, environment, management, technical legislation*

Assoc. Prof. Irena Nikolova, PhD, Technical University of Sofia

ЛОКАЛИЗИРАНЕ НА ПОВРЕДИ В АНКЕРИРАНЕТО НА ТОПКОВИ МЕЛНИЦИ

Веско Панов
vpanov@tu-sofia.bg

Топковите мелници играят важна роля при решаване на въпросите, свързани с енергийната ефективност, опазването на околната среда и намаляването на вибрационното въздействие върху различните структури като обслужващ персонал, фундаменти, конструкции на сгради и съоръжения.

Възможността да се локализируют повредите в анкерирането по време на експлоатация на топковите мелници, на базата на измерените вибрации в тях ще осигури надеждност и безопасност на посочените структури и ще оптимизира работата на машините.

Целта на изследването е да се предложи експериментален сравнителен подход за локализиране на повреди в анкерирането на топкови мелници, работещи в реални експлоатационни условия.

Предложеният подход има предимството, че се провежда еднократно и не са необходими наблюдения за продължителен период от време. Установено е, че анализът на получените данни следва да се извършва на базата на средноквадратичните стойности на виброускоренията или вибропреместванията. Предложен е индикатор за наличие на повреда в анкерирането и за изследваните четири мелници ШБМ 370/850 е локализирана повреда в същото.

Ключови думи: *топкова мелница, анкериране, локализиране на повреди*

1. Увод

Топковите мелници играят важна роля в оптимизирането на разходите на енергия в строителната и добивната промишленост и в енергетиката. Те оказват съществено влияние върху решаването на въпросите, свързани с опазването на околната среда, в това число и намаляването на вибрационното въздействие върху различните структури като обслужващ персонал, фундаменти, конструкции на сгради и съоръжения. За да се поддържа висока експлоатационна ефективност на мелниците, е необходимо процеса на смилане да бъде непрекъснато наблюдаван. Известно е, че допустимите граници на оптималност на вибрационните сигнали в мелниците се променят в зависимост от вида на смилания материал в тях. Главните източници на вибрации в мелниците са разгледани в работи [1,2,5 и 7], като следва да се отбележи, че движението на топките и на материала са сред най-главните от тях. Тъй като металните топки и материалът се разпределят по случаен признак по продължение на оста на ротация на барабана, то разположението на

сензора на вибрации следва да бъде оптимизирано, за да се получи достатъчно репрезентативен сигнал за процеса. В работа [6] са изследвани функциите на спектралната плътност за различни разположения на сензора и е синтезирано оптимално положение, за да се получат представителни сигнали за смилането. Направено е важното за практиката заключение, потвърдено и от направените изследвания в [1 и 2], че за преобладаващата част от случаите най-подходящо се оказва положението на сензорите в местата на опорите на мелниците.

Измерването на вибрационните сигнали с цел осъществяване на мониторинг на параметрите на топкови мелници са дискутирани в редица изследвания [1 и 7]. Вибрационните сигнали най-често се регистрират чрез специализирани компютърни системи и се дигитализират за изследвания период. Вибрационните анализи на сигналите включват оценка на средноквадратичното ускорение, на функцията на спектралната плътност и регресионен анализ. Отчетлива разлика в средноквадратичното ускорение и в спектралната плътност са открити за

различните условия на експлоатация [7]. Три принципни компонента, описващи около 95% от общата вариация на спектъра, са установени. Всеки принципен компонент е отнесен главно към един от три главни честотни ленти.

В работа [3] е представен числен метод за идентификация на дебалансни промени в многоопорни ротиращи машини. В съвременните ротиращи машини често срещана практика е перманентно да се вземат проби от главните опорни лагери от гледна точка на мониторинга. Тези проби се състоят в регистриране на вибрационни сигнали от машината по време на нейната реална експлоатация. Чрез сравняване на тези сигнали с определени критерии се идентифицират промените в балансирането на машината. Това се постига чрез използването на алгоритъм, чрез който се изследват сигналите, като се разглежда нелинеен модел на ротиращата машина. Презумпцията е, че получените сигнали преди и след дебалансирането на машината се сравняват лесно и че динамичните и статичните свойства на системата са достатъчно представителни.

Възможността да се определят повредите по време на експлоатация на топковите мелници, на базата на измерените вибрации чрез съответни сензори, ще осигури надеждност и безопасност на структурите. Иновативни техники за анализ на получените данни [5 и 7] с оглед на локализиране на повредите в структурите се разработват непрекъснато и представляват определено предизвикателство. В работа [5] се предлага нов метод за анализ на данните, базиран на средноквадратичната грешка за идентификация в реално време на параметрите на линейни и нелинейни структури. Симулационните резултати се получават, като се използва метода на крайните елементи за моделиране на съответните структури.

Друга техника за локализиране на повреди в структури е създадена и демонстрирана в работа [7]. Тази техника използва системния подход, моделирането с крайни елементи и модалния анализ. Предложеният метод осигурява бърза оценка на положението и големината на повредите.

Ефектът на ъгъла на наклона на облегалката на седалката и на разположението на акселерометъра по височина на облегалката върху претегленото средноквадратично ускорение се изследва експериментално в работа [4]. Изследването изяснява, че различният ъгъл и

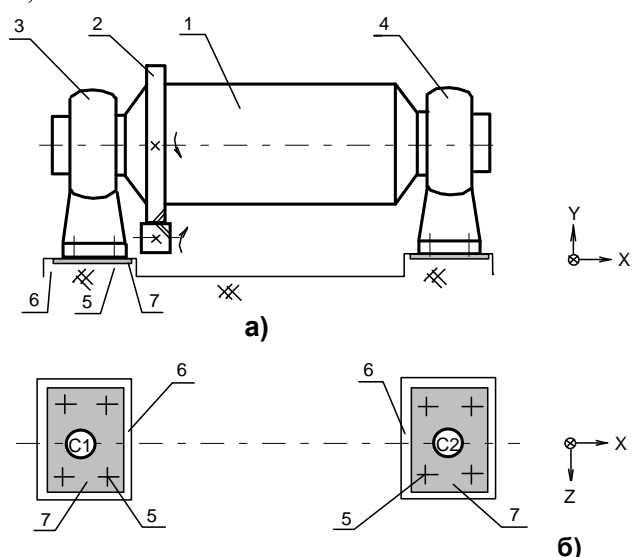
разположението на акселерометъра оказват съществено влияние върху претегленото средноквадратично ускорение, което показва, че човешкото тяло е изложено на различно интензивно вибрационно въздействие.

Целта на изследването е да се предложи експериментален сравнителен подход за локализиране на повреди в анкерирането на топкови мелници, работещи в реални експлоатационни условия.

2. Обект, метод и средства на изследване

Обект на изследването са четири броя еднотипни топкови мелници ШБМ 370/850 с хоризонтално разположен цилиндричен барабан и централно разтоварване, предназначени за смилане на антрацитни въглища (фиг. 1). Мелниците са предназначени за смилане на антрацитни въглища и са в редовна експлоатация от 1969 г. Същите работят при един и същ режим на натоварване и на един и същ обект на енергийната промишленост. Динамични параметри на мелниците са разгледани и дадени в работа [1].

На фиг. 1 а) е представена схемата на асемблиране на топковите мелници и начина на свързването им с фундамента, а на фиг. 1 б) – схемата на фундамента на мелницата и разположението на групата сензори С1 и С2 (по три във всяка точка), чрез които се измерват ускоренията в двете опори по всяка от трите оси X, Y и Z.



Фиг. 1. а) схема на барабанно-топкова мелница ШБМ 370/850; б) схема на фундамента на мелницата и разположението на сензорите С1

и С2 за измерване на ускоренията по трите оси: 1 – цилиндричен барабан, 2 – задвижващ механизъм, 3 – предна лагерна опора, 4 – задна лагерна опора, 5 – анкерни болтове, 6 – фундамент, 7 – опорни плочи.

Барабанът е лагериран на два плъзгащи лагера, от които единият е радиален, а другият – радиално-аксиален. Под лагерните опори са поставени фундаментни стоманени плочи (поз. 7 фиг. 1), които са вбетонирани към фундамента (поз. 6 фиг. 1).

Опорите са свързани с фундамента чрез анкерни болтове (поз. 5 фиг. 1). Системата няма средства за гасене на вибрациите, поради което може да се приеме за кораво анкерирана.

За да се локализируют повредите в анкерите на опорите на мелниците, се използва методът на сравнителния анализ на регистрираните вибрации. Тъй като не винаги се разполага със сигнали от измерените вибрации на машината преди и след повредата, в работата е възприет друг подход: да се регистрират в един и същи момент вибрациите на еднотипни мелници, работещи при едни и същи експлоатационни условия на един и същи обект, и чрез сравнителен анализ на получените средноквадратични стойности да се идентифицират повредите в анкерирането. Такъв подход има съществено предимство, че се провежда еднократно и не са необходими наблюдения за продължителен период от време. Той има реално приложно поле в енергетиката и на други обекти от обогатителната промишленост, където работят едновременно няколко еднотипни мелници. Например в големите ТЕЦ-ове като ТЕЦ – Варна се използват дванадесет едновременно работещи топкови мелници от разглеждания клас.

Регистрирането на виброускоренията по шестте направления едновременно се извършва с измервателна система Notinger Baldwin Messtechnik (НВМ), а аналого-цифровият преобразувател и специализираният софтуер са на фирма Keithley Metrabyte. Честотата на сканиране е 250 Hz. Мелниците работят в реални експлоатационни условия при номинален товар.

Използват се стандартните функции на специализирания софтуер за обработка на получените виброускорения, които за конкретното изследване са: числено интегриране и получаване на виброскоростите и вибропреместванията и пресмятане на средноквадратичните стойности на виброускоренията и вибропреместванията.

Прието е анализите на получените данни да се извършват на базата на средноквадратичните стойности, а не по максималните, поради съществените предимства, която предоставя тази оценка на възбудените трептения в механичната система.

Средноквадратичната стойност се получава, като се пресметне средната стойност на квадратите на амплитудите, получени за всеки отчет на измервателната апаратура, и от нея се извади корен квадратен. Понякога в практиката се използва претеглена средноквадратична стойност, което означава, че някои от стойностите на амплитудите са по-определящи за нея, отколкото други. За целта всяка отделна стойност се умножава по така наречения тегловен коефициент, който отговаря на нейната относителна тежест в сравнение с останалите.

С оглед търсене на подходящото място за измерване на виброускоренията и оценка на реагирането на системата беше променено разположението на сензорите върху бетона на фундамента и върху лагерните плочи.

Основните динамични натоварвания в мелниците се възбуждат от динамичните сили в зъбната предавка и от движението на топките в барабана.

3. Резултати и дискусии

За четирите изследвани мелници са измерени виброускоренията на лагерните плочи и на бетоновия фундамент на предната и задната лагерни опори (фиг. 1). От регистрираните виброграми на ускоренията чрез числено интегриране на извадката от записите, са получени виброскоростите и чрез повторно интегриране – вибропреместванията. Получени са и средноквадратичните ускорения и премествания за двете лагерни опори.

За предната лагерна опора съответните стойности на виброускоренията са представени в таблица 1, а за задната – в таблица 2.

От представените в таблици 1 и 2 резултати се вижда, че средноквадратичните ускорения при поставяне на сензорите върху бетоновия фундамент и върху лагерните плочи не се отличават съществено. Този факт показва, че е без значение къде точно ще бъде дислоциран сензора за виброускорението. Анализът на данните от двете таблици показва още, че се открояват ниските стойности на средноквадратичните ускорения при мелница №2 и значително по-

високите стойности на средноквадратичните ускорения в задната лагерна опора при мелница № 3. Докато ниските стойности при мелница №2 могат да се обяснят с извършения преди 62 дни основен ремонт, то превишаващите с 35% до 95% средноквадратични ускорения в задната лагерна опора при мелница № 3 спрямо останалите мелници е косвен индикатор за наличието на повреда в анкерирването на тази опора. За предната лагерна опора на мелница № 3 не се наблюдават съществени превишавания в стойностите на средноквадратичните ускорения, което е показател, че не следва да се очакват повреди в анкерирването ѝ.

Табл. 1. Средноквадратично ускорение, m/s^2 .

№ на мелницата	Положение на сензора*	Лагерна опора поз.3 (фиг.1)		
		ос X	ос Y	ос Z
1	Б	0,18	0,23	0,13
1	ЛП	0,21	0,25	0,10
2	Б	0,09	0,13	0,07
3	Б	0,17	0,32	0,11
4	Б	0,17	0,31	0,08
4	ЛП	0,19	0,31	0,12

* Б – положение на сензора за ускорение върху бетона на фундамента под лагерната опора; ЛП - положение на сензора за ускорение върху лагерната плоча под опората.

Табл. 2. Средноквадратично ускорение, m/s^2 .

№ на мелницата	Положение на сензора*	Лагерна опора поз.4 (фиг. 1)		
		ос X	ос Y	ос Z
1	Б	0,35	0,21	0,21
1	ЛП	0,31	0,19	0,17
2	Б	0,15	0,14	0,12
3	Б	0,47	0,31	0,41
4	Б	0,14	0,25	0,12
4	ЛП	0,15	0,22	0,14

От гледна точка на изследването определен интерес представлява дали установените по-горе тенденции ще се наблюдават и при средноквадратичните стойности на вибропреместванията. Средноквадратичните стойности на амплитудите на изчислените премествания за двете лагерни опори са представени в таблици 3 и 4.

Табл. 3. Средноквадратична амплитуда, mm .

№ на мелницата	Положение на сензора*	Лагерна опора поз.3 (фиг.1)		
		ос X	ос Y	ос Z
1	Б	0,078	0,026	0,023
1	ЛП	0,103	0,067	0,0612
2	Б	0,015	0,014	0,071
3	Б	0,076	0,023	0,013
4	Б	0,059	0,016	0,038
4	ЛП	0,113	0,032	0,022

Табл. 4. Средноквадратична амплитуда, mm .

№ на мелницата	Положение на сензора*	Лагерна опора поз. 4 (фиг. 1)		
		ос X	ос Y	ос Z
1	Б	0,096	0,091	0,084
1	ЛП	0,139	0,2349	0,104
2	Б	0,029	0,083	0,073
3	Б	0,181	0,293	0,392
4	Б	0,138	0,179	0,158
4	ЛП	0,087	0,166	0,237

Очевидно е, че средноквадратичните премествания в задната лагерна опора на мелница №3 значително надвишават (с 30% до над два пъти) същите на останалите мелници, което показва, че средноквадратичната стойност на вибропреместването може да се използва също като индикатор за локализиране на повреди в анкерирването на топковите мелници.

Положението с мелница № 2 е аналогично както при средноквадратичното ускорение.

За предната лагерна опора на изпитваните мелници не се наблюдават съществени изменения в стойностите на средноквадратичните премествания, което потвърждава направеното вече заключение, че не се очакват повреди в нейното анкерирване.

В резултат на направеното изследване беше извършена проверка на анкерните болтове на задната лагерна опора на мелница №3 и беше установено, че един от тези болтове има скъсана законотряща част.

4. Изводи

4.1. Методът на сравнителния анализ на регистрираните вибрации в лагерните опори на еднотипни мелници, работещи при едни и същи

експлоатационни условия, може успешно да се прилага за локализиране на повредите в анкерирането. Такъв подход има предимството, че се провежда еднократно и не са необходими наблюдения за продължителен период от време.

4.2. Анализът на получените данни следва да се извършва на базата на средноквадратичните стойности на виброускоренията или вибропреместванията, а не по максималните стойности на амплитудите на измерените виброускорения или вибропремествания.

4.3. За изследваната мелница ШБМ 370/850 се установи, че средноквадратичните ускорения при поставяне на сензорите на бетоновия фундамент и на лагерните плочи не се отличават съществено, което показва, че е без значение позицията на сензорите за виброускорението.

4.4. Като индикатор за наличие на повреда в анкерирането може да се счита нарастването на средноквадратичното ускорение с над 30% спрямо номиналните стойности при експлоатация.

Литература:

1. Панов В., Анализ на вибрационното състояние на топкова мелница, XVIII ННТК с международно участие „АДП-2009”, София, 2009.

2. Панов В., Сравнително изследване на вибрациите в топкова мелница, XVIII ННТК с международно участие „АДП-2009”, София, 2009

3. Ding, J. J., Al-Jumaily A., A linear regression model for the identification of unbalance changes in rotating machines, Journal of Sound and Vibration, Volume 231, pp. 125-144, 2000.

4. Nakashima Y., S. Maeda, Effects of seat-back angle and accelerometer height at the seat-back on seat-back X axis rms acceleration in filed experiments according to the ISO2631-1 standard, Ind Health Journal, Vol. 42; No. 1, pp. 65-74, 2004.

5. Yang J., H. Huang., S. Pan., Adaptive quadratic sum-squares error for structural damage identification, Journal of Engineering Mechanics, Vol. 134, No. 2, pp. 67-77, 2009.

6. Zeng Y., Optimisation of vibration sensor location for an industrial ball mill Mechanical Systems and Signal Processing, Volume 8, Issue 4, p. 475-482, 1994.

7. Zeng Y., E. Forsberg, Application of vibration signal measurement for monitoring grinding parameters, Mechanical Systems and Signal Processing, Volume 8, Issue 6, p. 703-713, 1994.

Автор:

Доц. дтн Веско Крумов Панов, Технически Университет – София

LOCALISATION OF DEFECTS IN BALL MILLS ANCHORING

Vesko Panov
vpanov@tu-sofia.bg

Abstract

The Ball mills play an important role with solving such problems as power efficiency, environmental prevention and reduction of vibration impact on different structures including human sources, fundamentals and building structures.

The ability to identify defects in anchoring during the operation of ball mills on the base of measured vibrations in them will ensure reliability and safety of mentioned structures and will optimise the operation of the machines.

The aim of the study is to offer a comparative experimental approach for localisation of defects in anchoring of ball mills operating in real conditions.

The presented approach has an advantage that it is implemented only once and that it is not necessary to have observations for long period of time. It was found that the analysis of obtained data should be performed on the base of RMS of accelerations or displacements. An indicator for presence of defect in anchoring at studied mills ШБМ 370/850 is offered and a single defect is identified.

Keywords: ball mill, anchoring, localisation of defects

Assoc. prof. Vesko Panov, DSc., Technical University - Sofia

ВИБРОАКУСТИКА И КОМПЮТЪРНО ОРИЕНТИРАН ДИЗАЙН (CAD) НА КАПАК ЗА РЕДУКТОР

Валентин Славов Ивелина Славова Илия Ангелов
valslavov@abv.bg ivislavova@abv.bg il.angelov@abv.bg

В работата се изследва влиянието на формата и материала на капак за редуктор върху виброакустиката му.

Ключови думи: виброакустика, CAD-CAE

Увод

Всеки детайл от редуктор, а и редукторът трябва да притежава функционални, якостни, вибрационни, акустични и естетически качества. В тази работа се изследват взаимното влияние на формата и материала върху виброакустичните свойства на капак за редуктор. Капакът се моделира в 3D с програмния продукт Solid Works, след което с помощта на продукта Cosmos Works се пресмятат собствените честоти и формите на звуковите трептения като еластична конструкция. Процесът се повтаря като се променя формата (фиг.1 и фиг.2) и материалът, от който се проектира капакът. Конструкцията е моделирана с четири възлови тримерни елемента. Използваната гъстота на мрежата е определена чрез последователни изчисления с променящ се брой елементи.

Подобни изследвания на собствените честоти и собствените форми са правени в трудовете [1,2 и 4]. Настоящата статия е продължение на труда [3].

В изследването се прилага матричната система диференциални уравнения:

$$(1) \quad \mathbf{M} \cdot \ddot{\mathbf{q}} + \mathbf{C} \cdot \dot{\mathbf{q}} = 0,$$

където

$$(2) \quad \mathbf{q} = [q_1 \quad q_2 \quad \dots \quad q_n]^T$$

е вектор на обобщените координати;

\mathbf{M} е матрицата, която характеризира масово-инерционните свойства на механичната система;

\mathbf{C} е матрицата, която характеризира еластичните свойства на механичната система.

Системата свързани линейни диференциални уравнения се получава при малки трептения.

При решаването на (1) се получава система линейни алгебрични уравнения:

$$(3) \quad \left| \mathbf{C} - \omega^2 \cdot \mathbf{M} \right| \cdot \mathbf{V} = 0$$

Корените на характеристичното уравнение дефинират собствените честоти. Собствените честоти формират матрицата на собствените стойности, която има вида:

$$(4) \quad \omega = \text{diag} [\omega_{r,r}], \quad r = 1, 2, \dots, n$$

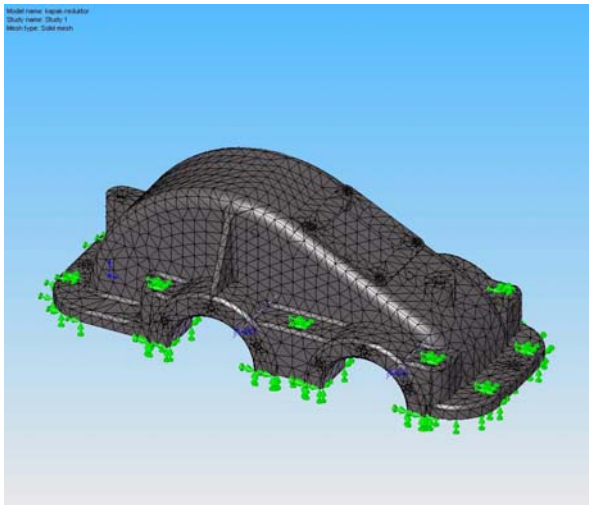
от където се определят собствените честоти в Hz:

$$(5) \quad f_r = \frac{\omega_{r,r}}{2\pi} \text{ Hz}$$

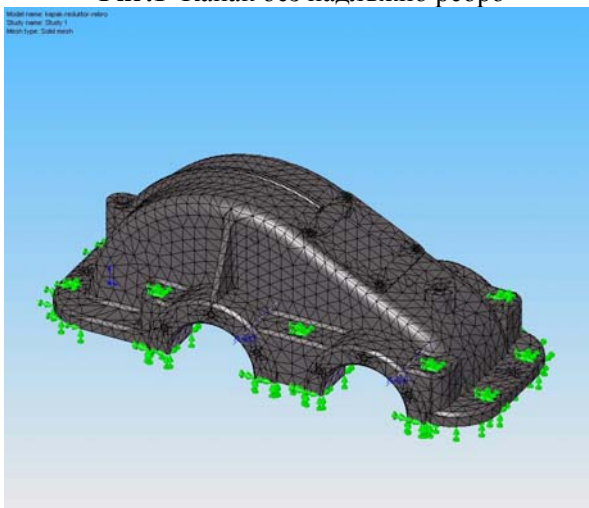
От уравнение (3) се определя модалната матрица на свободните трептения:

$$(6) \quad \mathbf{V} = \begin{bmatrix} V_{11} & V_{12} & \dots & V_{1n} \\ V_{21} & V_{22} & \dots & V_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ V_{m1} & V_{m2} & \dots & V_{mn} \end{bmatrix} \quad i = 1 \dots m; \quad j = 1 \dots n$$

където V_{ij} са неизвестните амплитуди на възловите премествания при свободни трептения. При дадени матрица на масово-инерционните свойства и матрица на еластичните свойства се определят собствените честоти и собствените форми.



Фиг.1 Капак без надлъжно ребро



Фиг.2 Капак с надлъжно ребро

В табл.1 и табл. 2 са дадени характеристиките на материалите сив чугун и твърд PVC, които се използват в това изследване.

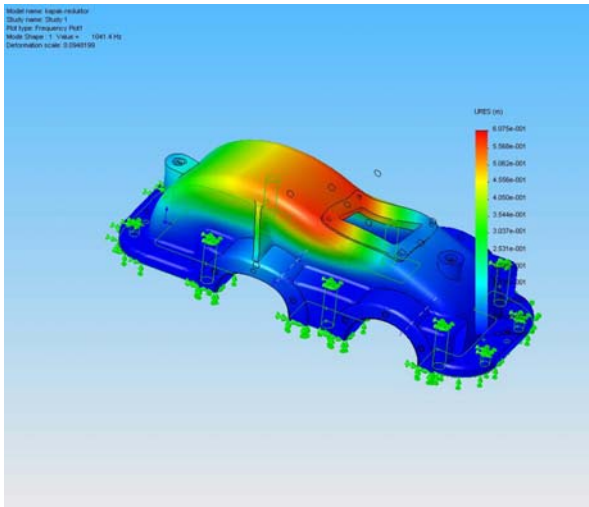
Таблица 1 Материал сив чугун

Property Name	Value	Units	Value Type
Elastic modulus	6.6178e+010	N/m ²	Constant
Poisson's ratio	0.27	NA	Constant
Shear modulus	5e+010	N/m ²	Constant
Mass density	7200	kg/m ³	Constant
Tensile strength	1.5166e+008	N/m ²	Constant
Compressive strength	5.7217e+008	N/m ²	Constant
Thermal expansion coefficient	1.2e-005	/Kelvin	Constant
Thermal conductivity	45	W/(m.K)	Constant
Specific heat	510	J/(kg.K)	Constant

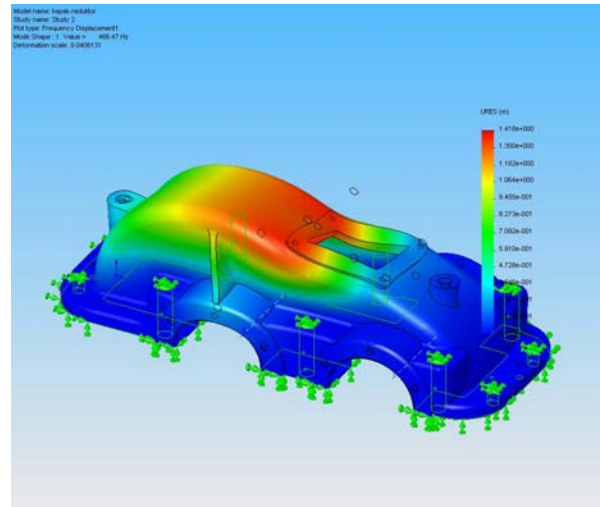
Таблица 2 Материал твърд PVC

Property Name	Value	Units	Value Type
Elastic modulus	2.41e+009	N/m ²	Constant
Poisson's ratio	0.3825	NA	Constant
Shear modulus	8.667e+008	N/m ²	Constant
Mass density	1300	kg/m ³	Constant
Tensile strength	4.07e+007	N/m ²	Constant
Thermal conductivity	0.147	W/(m.K)	Constant
Specific heat	1355	J/(kg.K)	Constant

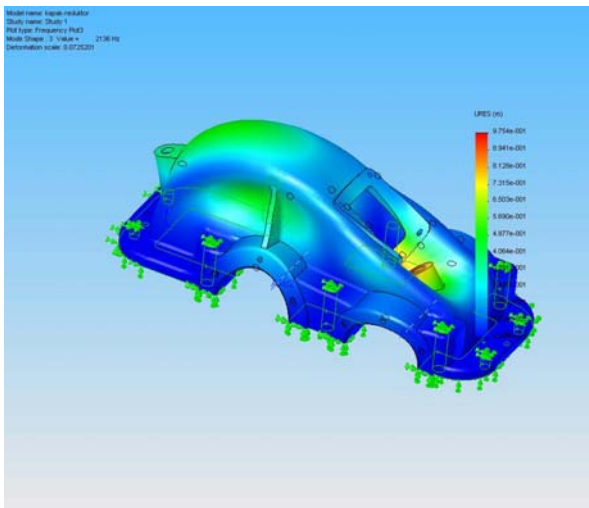
Използването на пластмаса като материал е възможно при не много натоварени конструкции с неголямо топлоотделяне, тъй като пластмасата е много добър топлоизолатор.



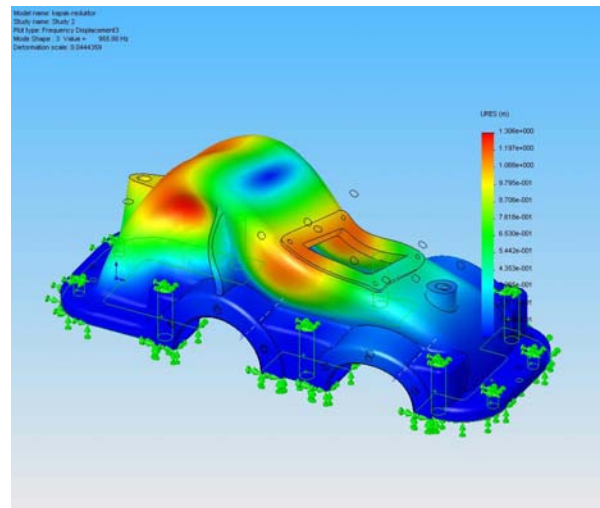
Фиг.3а



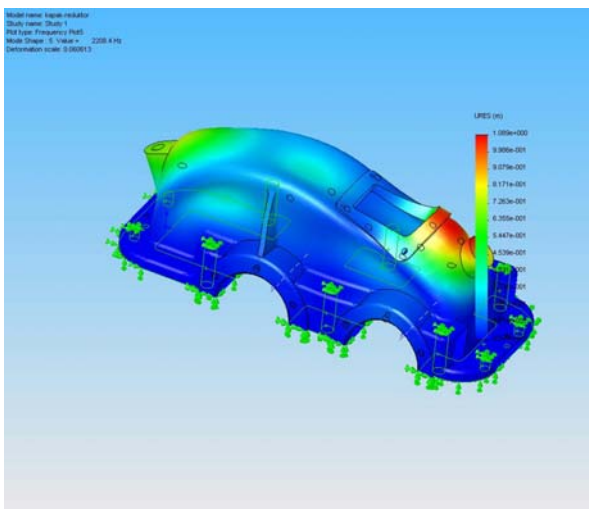
Фиг.3г



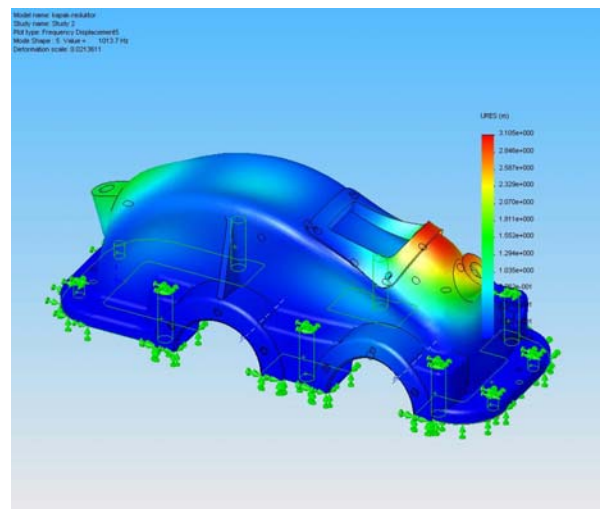
Фиг.3б



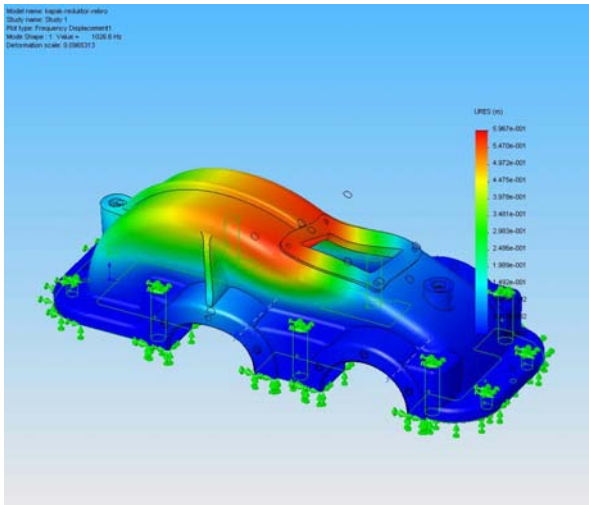
Фиг.3д



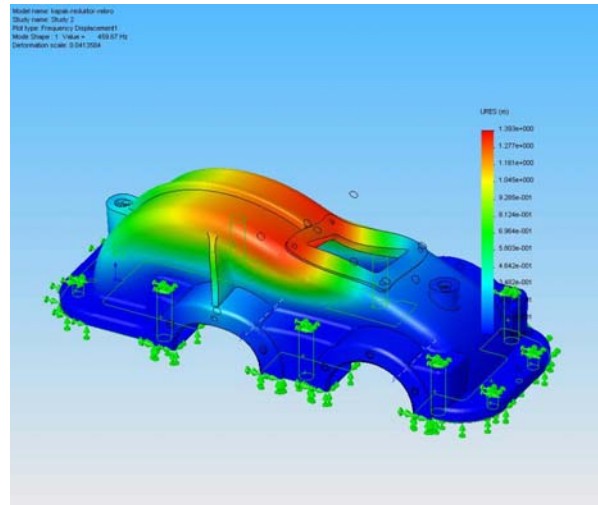
Фиг.3в



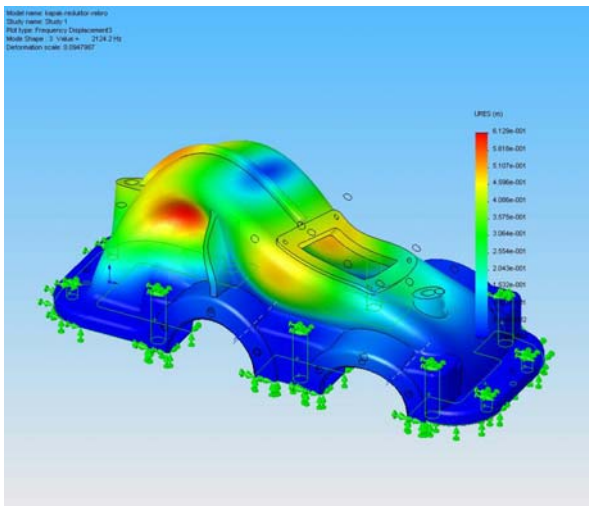
Фиг.3е



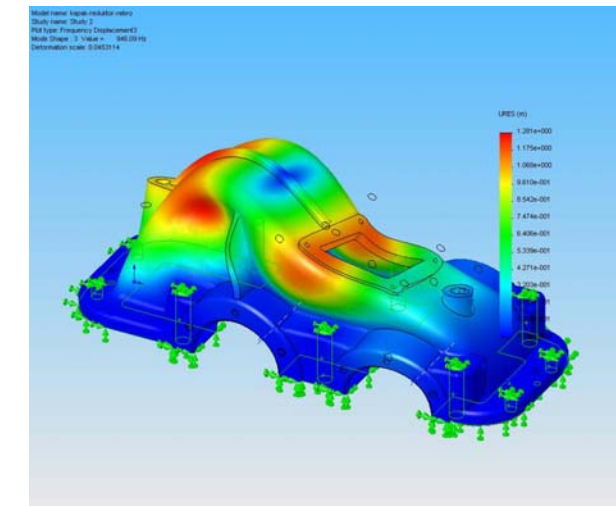
Фиг.4а



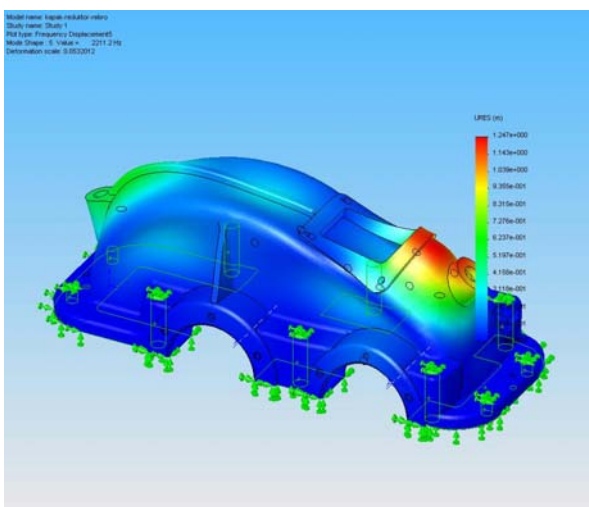
Фиг.4г



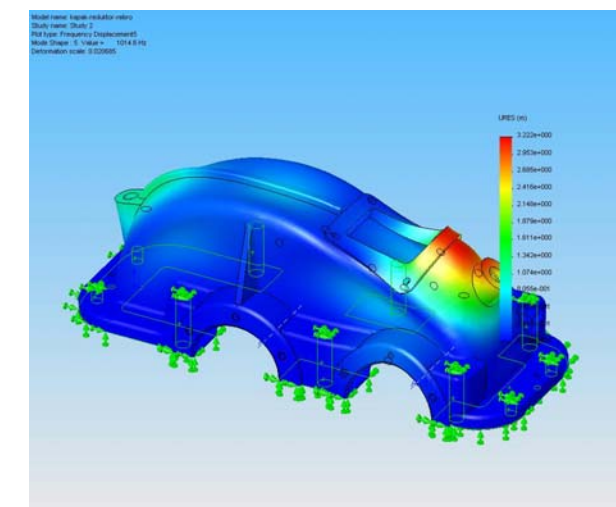
Фиг.4б



Фиг.4д



Фиг.4в



Фиг.4е

Резултати

Определени са първите 5 собствени честоти и форми на двете конструкции. Резултатите от изследването се съхраняват в Report файлове на програмата Cosmos Works. Данните от тези файлове са показани в табл.3.

Таблица 3

Материали →		Сив чугун	Твърд PVC
Капак без надлъжно ребро (фиг 1)	Стойности на първите 5 собствени честоти, Hz	1041,4	466,47
		1915,6	876,93
		2136	955,88
		2144,3	965,34
		2208,4	1013,7
Капак с надлъжно ребро (фиг 2)	Стойности на първите 5 собствени честоти, Hz	1026,6	459,67
		1887,1	863,79
		2124,1	946,09
		2129,6	959,64
		2211,2	1014,6

Собствените форми на капак без надлъжно ребро са показани на фиг.3, а собствените форми на капак с надлъжно ребро са показани на фиг.4. Фигурите 3а, 3б и 3в показват собствените форми на капак без надлъжно ребро, изработен от сив чугун, а 3г, 3д и 3е показват собствените форми на капак без надлъжно ребро, изработен от твърд PVC. Аналогично, фигури 4а, 4б и 4в показват собствените форми на капак с надлъжно ребро, изработен от сив чугун, а фигури 4г, 4д и 4е показват собствените форми на капак с надлъжно ребро, изработен от твърд PVC.

Автори

Гл. ас. д-р Валентин Славов, Химико-технологичен и металургичен университет - София
 Ивелина Славова, студент, Технически университет – София
 Д-р. Илия Ангелов, Технически университет – София

VIBROACOUSTICS AND CAD OF HOOD OF GEAR REDUCER

Valentin Slavov, Ivelina Slavova, Iliya Angelov

Abstract:

In this work is studied the influence of the design and material of a hood for gear reducer over its vibroacoustics.

Keywords: vibroacoustics, CAD-CAE

Ass. Prof. Valentin Slavov, PhD, University of Chemical Technology and Metallurgy – Sofia
 Ivelina Slavova, student, Technical University of Sofia
 Iliya Angelov, DrSc Tech, Technical University of Sofia

Анализ на резултатите и заключение

Резултатите показват, че формата на капака и материалът, от който е изработен оказват влияние върху собствените честоти и собствените форми. Наличието на ребро оказва по-съществено влияние върху собствените форми на капака, изработен от сив чугун. Влиянието на материала върху собствените честоти е голямо. Изследваният детайл, който е изработен от пластмаса, има два пъти по-малки стойности на собствените честоти.

В процеса на конструиране на изделия конструкторите трябва да преценят какви компромиси могат да направят и до каква степен при окончателния избор на конструкцията.

Тези изследвания са само част от всички изследвания на редуктора.

Литература

1. Ангелов И., Матрични методи. Метод на крайните елементи за пресмятане на механични вибрации в еластични конструкции. София. (2001).
2. Angelov I., Stefanov Tz., Georgiev M., Finite Element Method Modeling of „Building-Crusher“ System's Free Vibrations. Machine Mechanics 29 (2000) 75-78.
3. Slavov V., Slavova I., Angelov I. Vibroacoustics of Gear Reducer and Its Parts. 3rd International Conference on Manufacturing Engineering (ICMEN), MADEC Session, Chalkidiki, Greece, 1-3 October 2008, pages 561-570
4. Panov, V., R. Mitrev, Computer aided optimization of a crane hook, XVII International Conference on „Material flow, machines and devices in industry“, Belgrade, 2002, pp 5.30-5.34.

МЕХАНИЗЪМ ЗА ЗАКЛЮЧВАНЕ НА ЛИНЕЙНИ МОДУЛИ ЗА РОБОТИ

Алексей Райков, Емил Райков
adp@tu-sofia.bg

Резюме: При престой на промишлените роботи модулите за трансляция разположени вертикално или под по голям ъгъл, под действие на собственото им тегло се стремят да слязат надолу, което води до нарушаване на изходното положение на робота и при стартиране може да се получи аварийна ситуация. При модулите с електромеханично задвижване най често се използват електромагнитни спирачки, които задържат робота в желаното положение при престой. Този проблем при роботите с пневматично или хидравлично задвижване може да бъде решен с използването на механизъм за заключване на модула в горно положение.

Ключови думи: Промислени роботи, линейни модули за задвижване, заключващ механизъм

1. Увод

При роботите с пневматично или хидравлично задвижване след отпадане на налягането в системата, под действие на собственото им тегло разположените вертикално или под ъгъл модули за трансляция могат да започнат самоволно движение надолу. Това може да доведе до съприкосновение с намиращите се под модулите съоръжения, както и объркване в системата за управление на робота поради нарушаване на изходното положение на механизмите, особено при роботите с твърда (непрепрограмируема) система за управление [1].

За да се избегне това в някои случаи се налага задържане с помощта на допълнителни съоръжения на модулите в горно (изходно) положение.

2. Устройство и принцип на действие на механизъм за заключване на модули за трансляция

2.1. Устройство на механизма

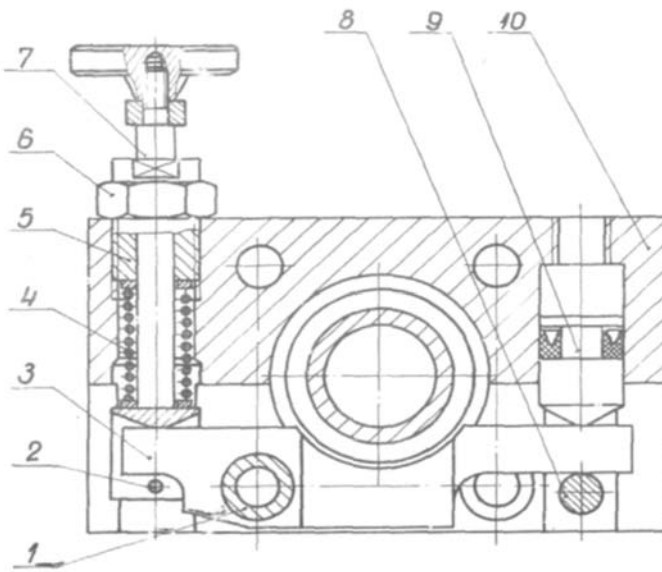
На фиг.1 е показан надлъжен разрез, минаващ през осите на командното бутало и подпружинения плунжер, а на фиг.2. е показан напречен разрез на механизма за заключване минаващ през оста на буталния прът на силовия цилиндър [2,3,4].

Механизма се състои от тяло 10, в отвора на което посредством водеща втулка 19 е монтиран осово подвижен буталния прът на силовия цилиндър, задвижващ модула за трансляция. Към

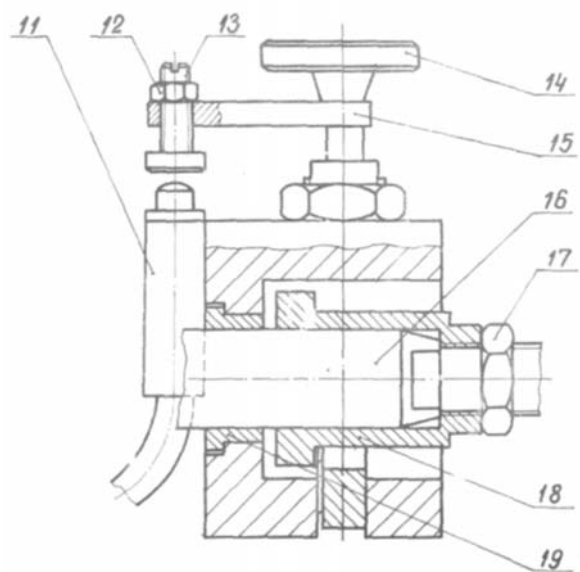
буталния прът 16 е монтирана неподвижно, с възможност за регулиране чаша с фланец 18, законтрена с гайка 17. В тялото е монтирано командно бутало 9, свързано директно с хидравличната или пневматичната система на робота. Това бутало е опряно в единия край на на заключващ лост 3, с възможност за въртене около втулка 1, набита в отвор на тялото 10. В другия край на заключващия лост 3 е опрян плунжер 7, поместен в отвор на тялото 10 и притиснат от пружина 4, подпряна от резбова втулка 5, законтрена с гайка 6. В плунжера 7 е набит щифт 2, а в тялото 10 е набит щифт 8, като и двата щифва ограничават хода на заключващия лост 3. В горния край на плунжера 7 с помощта на ръкохватка 14 е монтирано рамо 15, на другия край на което е монтиран регулиращ винт 13, който е законтрен с гайка 12. Регулиращия винт 13 контактува с превключвател 11 подаващ сигнал за положението на заключващия лост 3.

2.2. Принцип на действие на механизма

Положението на двураменния заключващ лост 3 е определено от въздействието на командното бутало 9, свързано директно с хидравличната или пневматичната система на робота и от плунжера 7. При падане на налягането на флуида под допустимото, заключващият лост 3 под действие на пружината 4 и плунжера 7 се завърта около втулката 1 по посока обратна на часовниковата стрелка, избутва командното бутало 9 нагоре и ограничава чашата с фланец 18.



Фиг.1а) Надлъжен разрез на механизъм за заключване



Фиг. 1б) Напречен разрез на механизъм за заключване

2.2. Принцип на действие на механизма

Спускащият се надолу плунжер 7 чрез рамото 15 и винта 13 натиска презключвателя 11, сигналът на който служи за блокиране на движението на буталния прът 16 на силовия цилиндър в двете посоки. При повишаване на налягането в системата командното бутало 9 завърта заключващия лост 3 около втулката 1 по посока на часовниковата стрелка, докато опре в щифта 8, освобождава не фланеца на чашата с фланец 18. С другия си край заключващия лост 3 повдига плунжера 7, при което се освобождава превключвателя 11. С освобождаването на превключвателя 11 се разблокира движението на буталния прът на силовия цилиндър. При монтажно – настройчни манипулации освобождаването на чашата с фланец 18 се осъществява чрез ръчно изтегляне на плунжера 7 посредством ръкохватката 14, при което щифта 2, набит в плунжера 7, завърта заключващия лост 3 около оста на втулката 1 в посока на часовниковата стрелка.

Автори:

Гл.ас. д-р инж. Алексей Василев Райков – катедра “Автоматизация на дискретното производство”, МФ на ТУ – София

Маг. инж. Емил Алексеев Райков – докторант към катедра “Автоматизация на дискретното производство”, МФ на ТУ – София

3. Изводи

- заключващия механизъм действа само в случаите, когато налягането в системата падне под допустимото, както и при изключването на работа;
- при настройване на работа има възможност за ръчно отключване на буталото на силовия цилиндър;
- с използване на заключващия механизъм се избягва самоволното пропадане на модула, което би довело до възникване на аварийна ситуация.

Литература

1. Автоматизация на дискретното производство. Под общата редакция на В.С.Гановски, С., Техника, 1990.
2. Артоболевски, И. Механизм,й в современной технике. Москва, 1970.
3. Chikonis, N. Sclater, N. Mechanisms and Mechanical Devices Sourcebook. New York, 1996.
4. Райков Ал. и колектив. “ Хидромеханичен фиксатор”. Авторско свидетелство № 29034, 1978.

ШИРОКООБХВАТЕН ХВАЩАЧ ЗА КОНУСНИ ДЕТАЙЛИ

Евгени Соколов, Алексей Райков, Емил Райков
adp@tu-sofia.bg

Резюме: *Захващането на детайлите по конусна повърхнина от хващачите на промишлените работи е една трудна за решаване задача, поради опасността от изпускане по време на манипулирането им. Известните решения на механични хващачи са неприложими за детайли с конусни повърхнини с ъгъл на конуса над 10° . Предложена е оригинална конструкция на хващач с използване на еластичен елемент за контакт с конусната повърхнина на детайла, като могат да се хващат детайли с различен ъгъл, поради възможността за завъртане на еластичния елемент и плътното прилепване по цялата му ширина с повърхнината на детайла.*

Ключови думи: *Широкообхватен хващач; Конусна повърхнина; Еластичен елемент.*

1. Въведение.

Хващачите са неразделна част от промишлените работи. Чрез тях се реализират глобалните и регионалните му движения – както линейни, така и ротационни. При използването на промишлените работи се налага да се извършват сложни движения за да се изпълнят конкретните манипулации в зоната на обслужване на машините [1,2].

В много случаи използването на промишлените работи в технологичния процес зависи от умелото синтезиране на комплекта от китка, хващач и допълнителните устройства [1,4].

Хващачите са свързващото звено в системата “обработван детайл – робот”.

При роботизираното производство на конусни детайли съществуват известни трудности по време на тяхното манипулиране, които произтичат от специфичната им форма и най-вече от възможността да бъдат нормално захващани, без да бъдат изпускани по време на преместването им.

2. Избор на вариант на хващач за конусни детайли

При необходимост от захващане на детайлите по конусни повърхнини от хващачите на роботите при изпълнение на манипулационни операции са възможни следните варианти на хващачи [2,3]:

- вакуумни - формата на смукателя копира формата на детайла по конусната повърхнина;
- електромагнитни – формата на електромагнитна копира формата на конусната повърхнина;
- механични – формата на челюстите съвпада с формата на конусната повърхнина.

При положение, че детайла има централен отвор или грапава конусна повърхнина, или няма феромагнитни свойства, вакуумните и електромагнитните хващачи не са приложими.

Известните решения на механични хващачи са приложими за детайли с малък ъгъл на конусната повърхнина (до 10°). Допустимото отклонение на ъгъла трябва да е минимално, в противен случай контакта между детайла и челюстите на хващача ще бъде или точков или линеен, т.е. няма да има достатъчна контактна площ за захващане и детайла може да бъде изпуснат по време на манипулирането.

За захващането на детайли с по-голям ъгъл на конусната повърхнина е необходимо да се създаде хващач, който да решава описаните по горе проблеми.

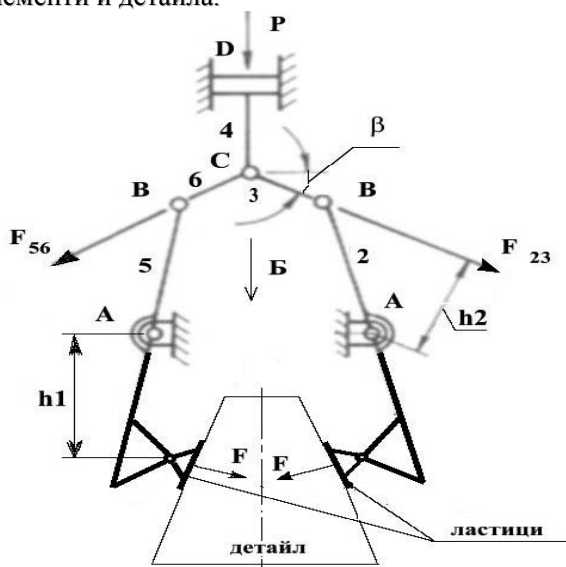
Предлага се нова конструкция на механичен хващач за леки конусни детайли с маса до 0,1kg. и максимален ъгъл на конуса 45° , като за контакта с повърхнината на детайла се използва еластичен елемент (гума), който се адаптира по повърхнината независимо от грешката на ъгъла, а това дава възможност и за захващане на детайли с различен ъгъл и различни диаметри.

3. Кинематична схема на широкообхватен гъвкав хващач за конусни детайли.

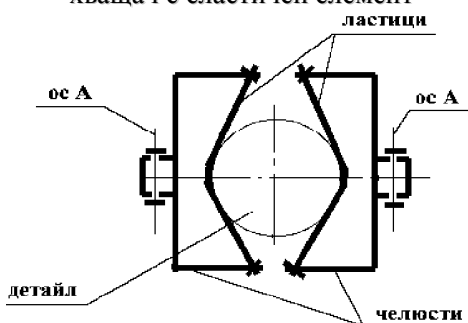
Една примерна кинематична схема за изпълнение на механичен хващач с еластичен елемент е показана на фиг. 1.

За еластичен елемент в предлагания широкообхватен гъвкав хващач са използвани плоски ластици, закрепени в краищата си за две

челюсти задвижвани една срещу друга с помощта на лостов механизъм (фиг.1.). Ластичите са закрепени шарнирно към челюстите като предварително са натегнати, което допълнително увеличава силата за захващане на детайла при затваряне на челюстите, като колкото по вече се затварят челюстите, толкова по голямо е усилието на затягане (фиг.2.), като се увеличава и контактната повърхност между еластичните елементи и детайла.



Фиг.1. Кинематична схема на механичен хващач с еластичен елемент



Фиг.2. Изглед по Б на хващача

С избора на гума като еластичен елемент се цели да се увеличи коефициента на триене с детайла, което при хващане по конусни повърхнини е от голямо значение.

4. Определяне на съотношението между силите на входа и изхода на хващача

Автори:

Доц. д-р инж. Евгени Тодоров Соколов - катедра "АДП" МФ на ТУ – София

Гл.ас. д-р инж. Алексей Василев Райков – катедра "АДП" МФ на ТУ – София

Маг. инж. Емил Алексеев Райков – докторант към катедра "АДП" МФ на ТУ – София

Равновесието на силите на разглеждания хващач (фиг.1.) в точка С е:

$$F_{23} + F_{56} + P = 0 \quad (1)$$

или

$$F_{23} = F_{56} = \frac{P}{2 \sin \beta} \quad (2)$$

където: P е задвижващата сила на пневматичния или хидравличния цилиндър; F_{23} е силата, упражнявана от звено 2 към звено 3; F_{56} е силата, упражнявана от звено 5 върху звено 6.

Като използваме условието за равновесие на моментите върху звено 2 за т. А, получаваме съотношението между изходната сила на хващане F и входната сила P :

$$F = F_{23} \cdot \frac{h_2}{h_1} = \frac{P}{2 \sin \beta} \cdot \frac{h_2}{h_1} \quad (3)$$

Където β е ъгълът на предаване на силата.

От формула (3) се вижда, че когато ъгъл β стане много малък, силата F нараства значително и при стойности на ъгъл β близки до 0° се получава самоблокиране. Хващачът задържа детайла дори когато отпадне силата P , което е голямо предимство на този вид детайли.

5. Изводи

- предложения хващач позволява захващане на детайли по външна конусна повърхнина с ъгъл на конуса до 45° ;

- с използване на еластичен елемент (гумена лента) се увеличава контактната площ, а от там и гарантирано захващане на детайла;

- шарнирното закрепване на гумените ленти към челюстите на хващача позволява плътното им прилепване към конусни повърхнини с различен ъгъл на конуса.

Литература

1. Автоматизация на дискретното производство. Под общата редакция на В.С.Гановски, С., Техника, 1990.
2. Делиев, С.М., В.Н. Наков. Хващащи механизми. С., Техника, 1982.
3. Дюлгеров, В.Г. Роботизирани модули и системи. С., Техника, 1990.
4. Чакърски, Д.С. и др. Промислени роботи, роботизирани технологични модули и системи. Част 1. Автоматизация и роботизация на производството. ТУ, София, 2003.