

ГЕОМЕТРИЧНО МОДЕЛИРАНЕ И КОНСТРУКТОРСКО ДОКУМЕНТИРАНЕ НА ЗАВАРЕНИ ЗЪБНИ КОЛЕЛА

GEOMETRICAL MODELING AND CONSTRUCTIVE DOCUMENTATION OF WELDING GEARS

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОНСТРУКТОРСКОЕ ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ СВАРНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

доц. д-р инж. Динев Г.;
Технически университет-София, България;

ас. инж. Тонков Г.
Технически университет-София, България;

Abstract: In this paper are grounded approach for geometrical modeling of welding gears in CAD medium. On base this approach are developed 3D geometrical models of round billet and final form of gear through graphics system SolidWorks. The working drawings of welding gear and his round billet are determined according contemporary requirement for welding and tolerance characteristics.

Key words: CAD, geometrical, modeling, constructive, documentation, welding, gears.

1. Въведение

Заварени зъбни колела се използват в тежкото машиностроене - минната индустрия, химическата и други области на техниката [6]. Те са икономически изгодни за съвременното машиностроене, поради което представляват интерес за конструктори и технолози от гледна точка на развиващите се технологии [11, 13]. От даденото в литературния източник [10] се вижда, че тенденциите в развитието на заваръчните технологии при производството на машиностроителни изделия са иновации свързани с намаляване на разходите за енергия и суровини, като предимство ще имат лазерните технологии. От друга гледна точка за разработването на конструкторската им документация се използва системния подход [3]. Той се основава на създаването на конструкторски модел чрез граф за структурата на глобената единица и връзките между конструкторските елементи.

За осигуряване на заварени метални конструкции и съединения с високо качество някои автори препоръчват използването на експертна система за заваряване на стомана WELD CHOICE [1]. Тази система дава възможност на конструктори и технолози да изберат подходяща стомана, допълнителни заваръчни материали, оптимално изчисляване на разходите за материали, времето за проектиране и др. Освен това системата осигурява информация за параметрите на процеса при топлинното преобразуване на използваната стомана в бъдещото заварено изделие - заготовка. За работоспособността на заварени зъбни колела може да се прогнозираят евентуални пукнатини, вследствие на вътрешните напрежения, чрез получаване на информация „превенция от студени пукнатини”.

За изработването на заварени зъбни колела се подготвя първо – съставно изделие наречено «Заготовка», която е обект на заваръчните технологии. След предварителното получаване на заготовката, тя се подлага на окончателна механична обработка за получаване на крайния продукт.

Целта на настоящата работа е да се създадат 3D геометрични модели за заготовката и окончателното зъбно колело, чрез които се генерират техните 2D работни чертежи посредством графичната система SolidWorks.

Основните задачи при проектиране на такива зъбни колела са:

- избор на подходящи материали,
- генериране на 3D геометричен модел на заготовката;
- генериране на 3D геометричен модел на окончателното зъбно колело [9];
- създаване на 2D изображения и изпълнение на работните им чертежи.

2. Обосноваване на подход за моделиране на геометричния обект

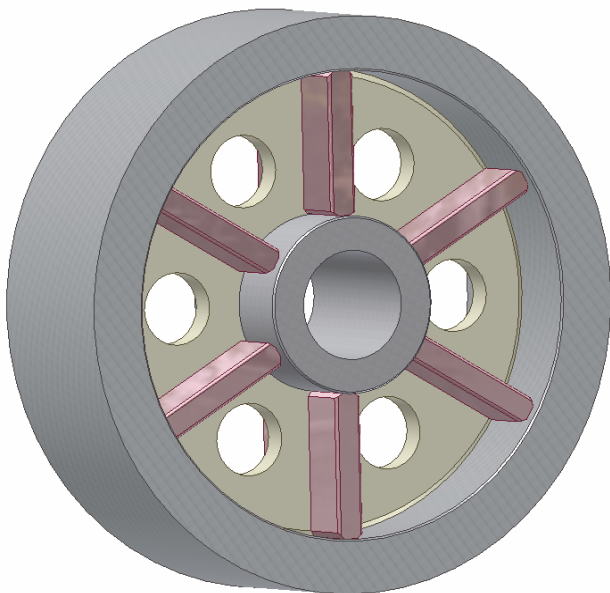
За геометричното моделиране на технически обекти от гледна точка на методологията на проектиране за целите на конструкторското им документиране може да се използват нови методи и средства [12]. В тази постановка се разглежда структурирането на геометричния обект като физическо-математически модел, метода на крайните елементи, теория за качеството на продукта чрез метода на Тагучи и други методи за прогнозиране на шум, вибрации и неговата себестойност до пускането на пазара.

От друга страна при проектирането на зъбни колела от механични предавки се спазват определени процедури регламентирани чрез методики, като VDI-2225 [15] и разработената методика за анализ на конструкторски решения [2] или методиката разглеждаща новите възможности за проектиране на цилиндрични зъбни предавки [8], разработена на базата на най-новия международен стандарт ISO 6336. Конкретно за документирането на заварени зъбни колела се предлага един подход основаващ се на създаването на конструкторски модел [4]. Предвид на това, по-нататък използвайки съвременните технически постижения в тази област ще се тръгне от създаването на 3D геометричен модел на зъбното колело [9, 14, 15], като се използва графичната система SolidWorks и изпълнението на съответните 2D изображения за разработването на конструкторските документи съгласно стандартизационните изисквания за този тип детайли.

За изработването на заварени зъбни козела, чийто съставни детайли са систематизирани в структура на сглобена единица и се подлагат на предварителна механична обработка за напасване и заваряване. В резултат на това се получава така наречената „Заготовка”. От икономична гледна точка, за подбиране на заготовки за заварени зъбни козела е целесъобразно да се използват стандартни стоманени тръби, които съществуват и се предлагат в наличност по металургичните складове, необходими за формиране на главината и зъбния венец на козелата. Получената заварена заготовка се нормализира за премахване на остатъчните напрежения в заваръчните шевове, след което се подлага на окончателна механична обработка съобразно изискванията дадени в чертежа на завареното зъбно козело [5].

3. Конструкторско документирание на заварени зъбни козела

3D геометричен модел на заготовката на заварено зъбно козело, получен чрез графичната система SolidWorks е даден на фиг.1, а геометричните модели на два варианта зъбни козела са показани на фиг.2.

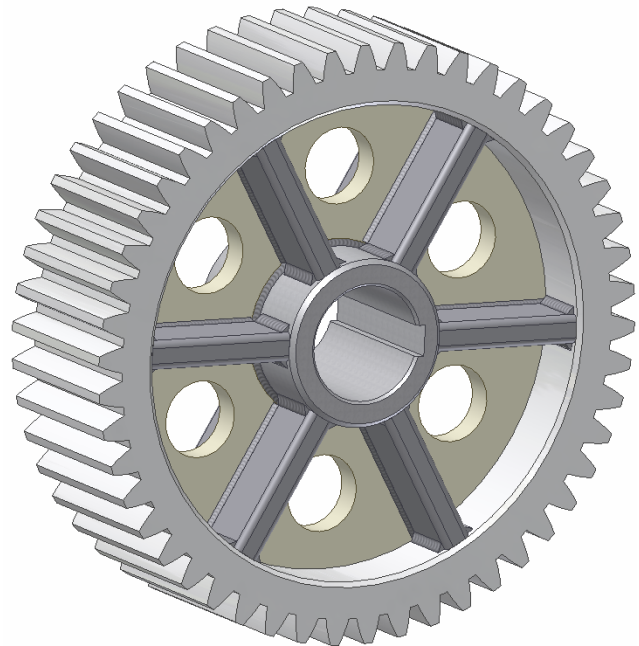


Фиг. 1 3D геометричен модел на съставна заварена конструкция на заготовка за зъбно козело

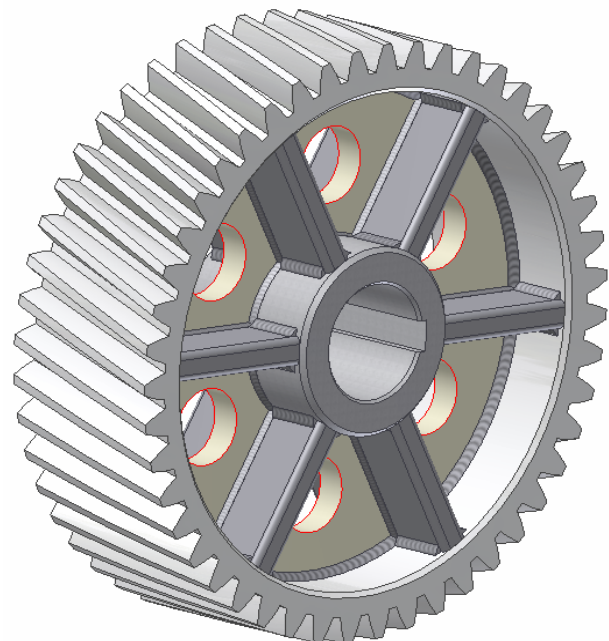
За намаляване на концентрацията на напреженията в заварените зъбни козела трябва да се използват ъглови заваръчни шевове със скосяване. От гледна точка на геометрията на заварените съединения съставните детайли на зъбните козела трябва да допринасят за получаване на пълен провар. Най-добре е заваряването краища на съставните детайли, участващи в съединението предварително да се подготвят чрез механично рязане, за да се осигури постоянна геометрия на заваръчната междина. Трябва да се постигне определена подходяща грапавост на заваряваните повърхнини с оглед осигуряване на пълен провар и избягване на образуването на напластявания [7].

За да се избегнат проблеми в зоната на термичното влияние на завареното зъбно козело т.е заготовката, заваряването трябва да осигурява бързо охлаждане в тези зони на завареното съединение. Температурата на така

получената заготовка е важна, защото най-ефективното охлаждане се осигурява от самия основен метал. Тъй като се налага изпълнението на доста заваръчни дейности, което се вижда от работния чертеж на заготовката показан на фиг.3 е необходимо да се използва подходяща последователност на заваряването, в резултат на което може да се получи ефект от гледна точка на продължителността за изпълнението на операциите.

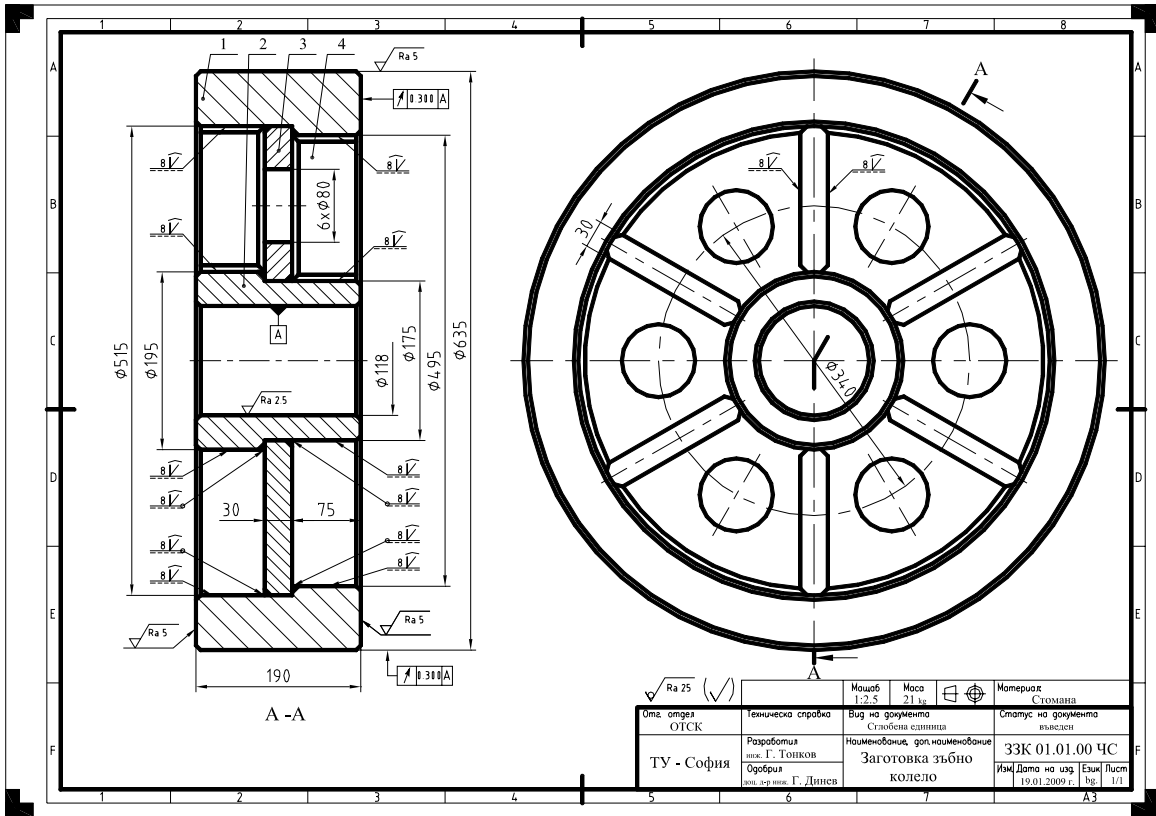


а) заварена конструкция на ЦЗК с прави зъби

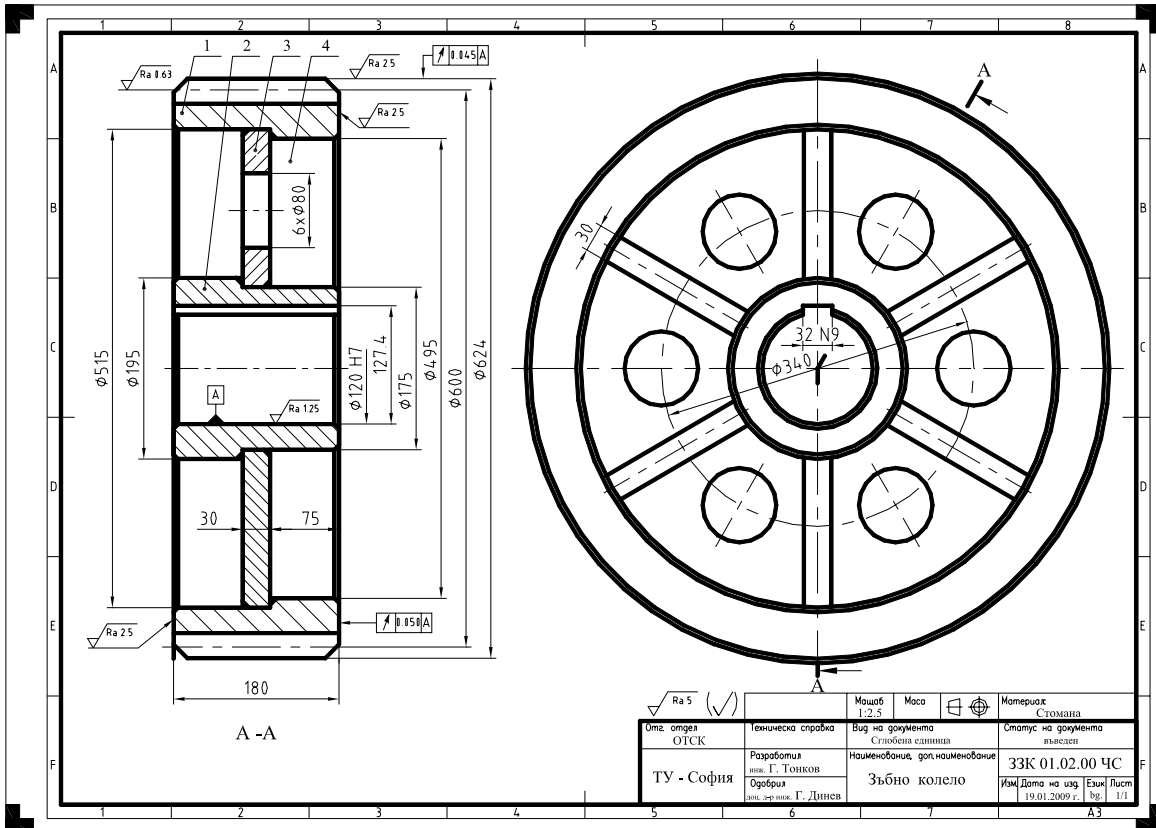


б) заварена конструкция на ЦЗК с наклонени зъби

Фиг.2. 3D геометричен модел на заварено зъбно козело - ЦЗК – цилиндрично зъбно козело



Фиг.3 Изображения от заготовката на заварено зъбно колело



Фиг.4 Изображения от чертеж на заварено зъбно колело

Геометрични параметри на конструираните зъбни колела:

а) с прави зъби:

- модул – $m=12$ mm;
- брой зъби – $z=50$;
- външен диаметър – $d_a=624$ mm;
- делителен диаметър – $d=600$ mm;
- вътрешен диаметър – $d_i=570$ mm;
- ширина на венца – $b=180$ mm;
- отвор за вала – $d_{вал}=120$ mm;

б) с наклонени зъби:

- модул – $m=12$ mm;
- брой зъби – $z=47$;
- външен диаметър – $d_a=617.025$ mm;
- делителен диаметър – $d=593.025$ mm;
- вътрешен диаметър – $d_i=563.025$ mm;
- ширина на венца – $b=180$ mm;
- отвор за вала – $d_{вал}=120$ mm.

Работен чертеж на заварено зъбно колело след окончателната механична обработка е показан на фиг.4. В него не е дадена текстовата информация в табличен лист, а таблицата може да се изпълни и на самостоятелен формат.

Съставните части на сглобената единица – Зъбно колело включват:

- 1) Тръба $\Phi 635 \times 75$ mm – марка E355EN10297;
- 2) Заготовка заварена с размери – $\Phi 635 \times \Phi 515 \times \Phi 495 \times 180$ mm;
- 3) Диск – $\Phi 515 \times \Phi 175 \times 30$ mm;
- 4) Ребра – изпълнени от шина - $70 \times 30 \times 160$ mm;
- 5) Главина – получена от тръба $\Phi 202 \times 45$ mm, безшевна ($\Phi 202 \times \Phi 112$) – от стомана 20 (C 20);

Заваръчните шевове са означени според изискванията на БДС EN 22553.

В техническите изисквания на работния чертеж се дават някои специфични текстове, отнасящи се до следното:

- шупли и пукнатини в заваръчните шевове не се допускат;
- острите ръбове да се скосят с $0,5 \times 45^\circ$;
- прехода необработена - обработена повърхнина с $0,5 \times 45^\circ$;
- термообработка с ТВЧ по венца HRC 48..52 ;
- размерите с непосочени гранични отклонения - $\pm 1/2IT14$ по БДС EN 22768-1:2004 ;
- да се маркира TUFAPKO41CrHRC50V05.

4. Заключение

Създаден е подход за структурно моделиране на сглобени единици – заварени цилиндрични зъбни колела и разработване на конструкторската им документация. Генерирани са 3D геометричните модели на заготовката и на окончателното зъбно колело след механичната обработка посредством графичната система SolidWorks.

Предложени са подходящи решения за избор на материал и технология за структуриране на заварени зъбни колела чрез заготовка, основаващи се на граф на връзките между конструкторските елементи.

На базата на създадените 3D геометрични модели са изпълнени работните чертежи чрез 2D изображения и

текстова информация за изработване на заготовката и окончателното заварено зъбно колело.

Резултатите са полезни за конструкторите, работещи в тази област и обучаващите се в машиностроителните специалности на техническите университети.

5. Литература

1. Атанасова Д. Експертна система за заваряване на стомана - Машини, технологии, материали, 2008, кн. 1, 21-24.
2. Добрев В., Г. Динев Прецизирана методика за анализ на конструкторски решения–Машиностроене, САД/САМ/САЕ-системите, 2000,кн.2, 23-25.
3. Динев Г. Подход за конструкторско документиране на зъбни предавки с цилиндрични зъбни колела, С., СОФТТРЕЙД, 2007, с. 130, (Динев Г.).
4. Динев Г. Автоматизирано конструкторско документиране на заварени цилиндрични зъбни колела. Сборник доклади на МНТК по напредничави производствени операции АМО,2006, 186-189.
5. Желев А. Заварени конструкции. Том 1-Технологичност, С., Техника, 1980, с.270, (Желев А., С. Христов).
6. Желев А., И. Коларов Заварени конструкции. Том 2-Якостни оценки, С., Техника, 1984, с.200, (Желев А., И. Коларов).
7. Лолов Н. Дуплекс неръждявящи стомани - свойства и заваряване - Машини, технологии, материали, 2008, кн. 1, 40-43.
8. Ненов П., Е. Ангелова, Т. Дюлгерян, Чилингинова Цилиндрични зъбни предавки и редуктори. Нови възможности за проектиране., РУ-Русе, 2008.
- 9) 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.
10. Христов С. Тенденции в развитието на заваръчната технология - Машини, технологии, материали, 2008, кн. 1, 14-16.
11. Bertoline G. R., E. N. Wibe Fundamentals of Graphics Communication, McCraw-Hill College,2004.
12. Otto K., K. Wood, Product design, Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall, 2001, p.1065.
13. Javorek L. Nastroje (II cast) Technicka Universita vo Zvolen, 2008, pp. 170.
14. Rosic B., A. Marinkovic, A. Vencl Modeliranje in strukturalna optimizacija konstrukcionih zupcanika, Proc. of International Conference-IRMES,04, Kraguevac, September, 2004, pp. 173-178.
15. VDI-Richtlinie 2225: Technichewirtschaftliches Konstruieren, Dusseldorf: VDI-Verlag, 1997.
16. Velichova D. Geometricke momelirovanie, STU, Bratislava, 2003.