

брой 5-6, година LXIII 2014

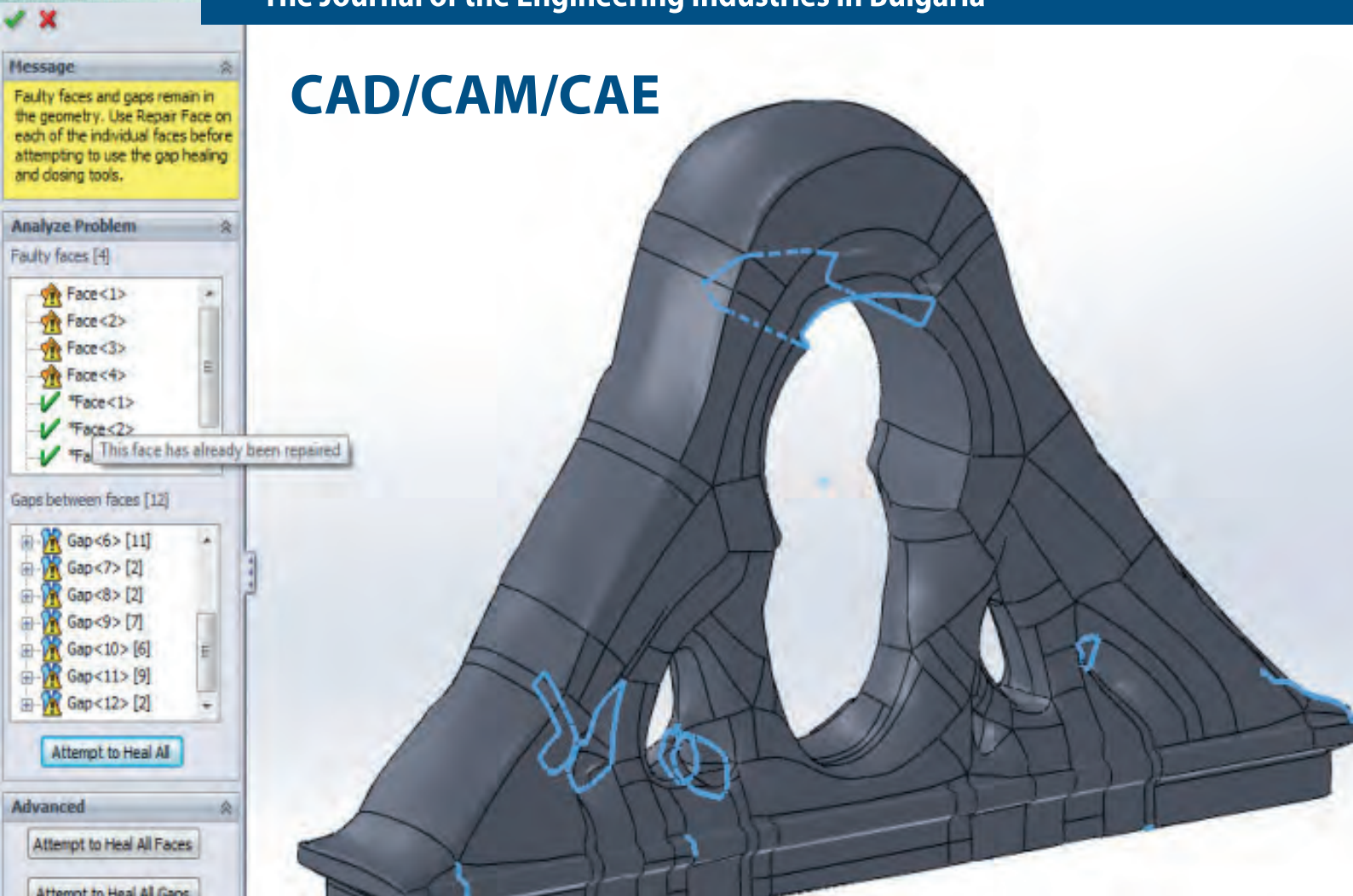


MACHINEBUILDING AND
ELECTRICAL ENGINEERING

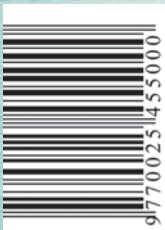
МАШИНОСТРОЕНЕ И
ЕЛЕКТРОТЕХНИКА

The Journal of the Engineering Industries in Bulgaria

CAD/CAM/CAE



PROX 2
we make metal work



DB SCHENKER

Гл. редактор: инж. Ивайло Иванов
Дизайн и предпечат: Ивайло Колев

Редакцията благодарни на
г-жа Росица Балтаджиева за
съдействието, оказано при
подготовката на броя.

1784 София, ж.к. Младост – 1, бл. № 54 А,
вх. Г, офис № 3 А
тел.: 02/ 492 39 03; 492 39 02;
тел./факс: 02/ 975 30 23
e-mail: machinostroene@gmail.com
www.mbe-bg.com

ISSN 0025-455X



списание
МАШИНОСТРОЕНЕ
И ЕЛЕКТРОТЕХНИКА

MECHANICAL
AND ELECTRICAL
ENGINEERING

The Journal of the Engineering Industries in Bulgaria

цена 5,50 лв.

брой 5-6/2014, година LXIII

СЪДЪРЖАНИЕ

ПАНАИРИ И ИЗЛОЖБИ

IT технологиите в индустрията: има ли граници? 6

ИНФОРМАЦИЯ

IT технологиите в индустрията: има ли граници? 7

Изложението IFPE 2014 е витрина за иновативни
продукти и системи за проектиране и производство
на транспортни средства с тежък режим на работа 8

Westermo – Съвременните решения в индустриалната
комуникация 10

ТЕХНОЛОГИИ

Решение за отвори от ИСКАР 11

ПОДХОДИ ЗА ОБРАТНО ИНТЕГРИРАНЕ НА
ОПТИМИЗИРАНИ ГЕОМЕТРИЧНИ МОДЕЛИ В ПРОЦЕСА
НА РАЗВИТИЕ НА ПРОДУКТА 14

К. Камберов, Г. Тодоров, Ст. Малешков, Б. Романов

ИЗБОР НА МАТЕРИАЛ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРИ
КОМПАНОВАНЕ И КОМПОНЕНТНА ОПТИМИЗАЦИЯ
НА МОДУЛНА СИСТЕМА ЗА ВИСОКОСКОРОСТНО
ПРЕЦИЗНО РЯЗАНЕ НА ЛИСТОВИ МАТЕРИАЛИ 20

Цв. Иванов, К. Камберов, Я. Софронов, Г. Тодоров

Компоновки на двусупортни многооперационни
машини за обработване на ротационни детайли 26

Стоев, Л. Ж.,

Метод за активен контрол и адаптивно управление на
процеса кръгло надлъжно шлифоване, част 2: Система
за активен контрол и адаптивно управление 31

Стоев, Л. Ж.,

НОВИНИ ОТ БРЮКСЕЛ

СТАНОВИЩЕ на Европейския икономически
и социален комитет относно „Да върнем
промишлените дейности в ЕС като част от процеса на
реиндустриализация“ 36

Списание се издава със съдействието на

BULGARIAN ASSOCIATION
ELECTRICAL ENGINEERING
AND ELECTRONICS



БЪЛГАРСКА АСОЦИАЦИЯ
ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И
ЕЛЕКТРОНИКА

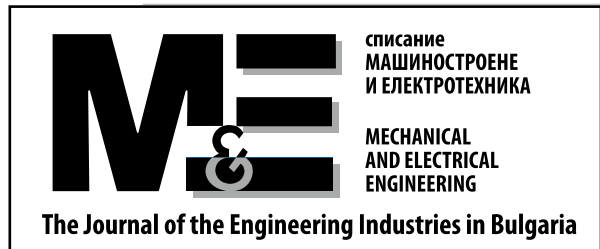
Bulgaria, 1407 Sofia, POBox 76 E-mail: bcee@bcee-bg.org, www.bcee-bg.org
Tel.: (+359 2) 9633532, 9633437 Mob.: (+359 899) 335892 Fax: (+359 2) 9630727

Editor: Ivaylo Ivanov
Design: Ivaylo Kolev

The editors thank Mrs. Rossitsa Baltadjieva for the assistance provided in preparing the issue.

1784 Sofia, Mladost – 1, 54 A,
entr. G, office № 3 A
Phone: 02/ 492 39 03; 492 39 02;
e-mail: machinostroene@gmail.com
www.mbe-bg.com

ISSN 0025-455X



issue 5-6/2014, year LXIII

CONTENT

FAIRS AND EXHIBITIONS

More international participations, more potential clients,
more investments at CeMat 2014 6

Material and technology selection at structuring and
component optimization of a modular system for high
speed sheet metal cutting machines 20

Ts. Ivanov, K. Kamberov, Y. Sofronov, G. Todorov

INFORMATION

IT Technologies in industry: are there limits? 7

Structuring of two-support multioperational machines
for rotation parts processing 26

L.G. Stoev

The IFPE Exhibition – a window display of innovative
products and systems for design and production of heavy
duty means of transport 8

A method for active control and adaptive direction of the
process of round longitudinal grinding. Part 2: A system
for active control and direction 31

L. G. Stoev

Westermo – up-to-date solutions in industrial
communication 10

TECHNOLOGIES

Solution for apertures from ISKAR 11

NEWS FROM BRUSSELS

Approaches for return integration of geometry models in
the product development process – 14

Position of the European Economic and Social Committee
on “To restore the industrial activities of the EU as a part
of the reindustrialization process” 36

K. Kamberov, G. Todorov, St. Maleshkov, B. Romanov

with the assistance of

BULGARIAN ASSOCIATION
ELECTRICAL ENGINEERING
AND ELECTRONICS



БЪЛГАРСКА АСОЦИАЦИЯ
ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И
ЕЛЕКТРОНИКА

Bulgaria, 1407 Sofia, POBox 76 E-mail: bcee@bcee-bg.org, www.bcee-bg.org
Tel.: (+359 2) 9633532, 9633437 Mob.: (+359 899) 335892 Fax: (+359 2) 9630727

ИЗБОР НА МАТЕРИАЛ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРИ КОМПАНОВАНЕ И КОМПОНЕНТНА ОПТИМИЗАЦИЯ НА МОДУЛНА СИСТЕМА ЗА ВИСОКОСКОРОСТНО ПРЕЦИЗНО РЯЗАНЕ НА ЛИСТОВИ МАТЕРИАЛИ

MATERIAL AND TECHNOLOGY SELECTION AT STRUCTURING AND COMPONENT OPTIMISATION OF MODULAR SYSTEM FOR HIGH SPEED SHEET METAL CUTTING MACHINES

Цв. Иванов¹, К. Камберов¹, Я. Софранов¹, Г. Тодоров¹

(¹ТУ – София)

Изследването разглежда и демонстрира възможностите, предоставяни от инженерните анализи, за ранна оценка и избор на концепция за модулни системи. Разгледана е концепцията за напречна греда от механична система на модулна система за високоскоростно прецизно рязане на листови материали, което илюстрира мястото и преките ползи от приложението на виртуалното прототипиране в ранните етапи на развитие на продукта. Оценени са динамичните показатели на концептуални варианти, което служи за основа на по-нататъшно определение на общите показатели на цялата машина, както и за насоки за тяхното подобряване.

The study examines a demonstration of engineering analysis advantages for early evaluation and selection of concept for modular systems. A concept of transverse beam component of modular system for high precision cutting of sheet materials, illustrating application and direct benefits from virtual prototyping in the early stages of product development process. The dynamic performance of several conceptual variants is examined that serves as a basis for further definition of the overall performance of the entire machine, as well as guidelines for their improvement.

Key words: SHEET METAL CUTTING MACHINES, MODULAR SYSTEM, VIRTUAL PROTOTYPING, OPTIMISATION

Увод

Съвременните пазарни условия, характеризиращи се с бързо променящи се изисквания и засилваща се конкуренция между производителите, основани на глобалните връзки, водят до търсене на минимално време за жизнения цикъл на изделията. Търсената гъвкавост често пъти се постига чрез създаване на конструкции, основани на модулен принцип, които да позволят на производителя лесно да се адаптира към конкретните клиентски потребности. Необходимостта от прилагане на модулния принцип е свързана с непрекъснато изменящите се условия и нарастващи изисквания на съвременното производство – увеличаване на номенклатурата от изделия, съкращаването на периода на обновяване на изделията, с цел поддържането на високото им техническо ниво и нарастващи изисквания по отношение качеството им. Изборът на икономически обосновани производствени системи за различните условия на производство са от решаващо значение. За производителите е необходимо непрекъснато развитие и усвояване на машини, максимално задоволява-

щи нуждите на клиента при повишаване на техническото равнище, на надеждността и минимални загуби на време за проектиране и изработване. На тези изисквания най-ефективно отговаря модулния принцип на проектиране и изграждане: на основата на ограничен набор функционално обособени и конструктивно завършени елементи – модули да се изградят системи максимално отговарящи на конкретните изисквания, при къси срокове за доставка и прогнозируемо работно поведение. [1, 3]

Модулният принцип на изграждане при компютърно проектиране (Computer Aided Design) на металорежещи машини се различава съществено от традиционните подходи на проектиране. Първичната задача на синтеза, обаче е изместена от анализ на функциите и възможностите на резултантните компоновки (съвместимост, рационалност и др.), докато синтеза на модулите по вид се осъществява на основата на емпиричен опит и статистически данни. Оценяването на моделите е също трудно и в значителна степен субективно. Компютърното реализиране на този принцип дава пълна възможност за пълна вариантна

реализация, както и за коректно оценяване на решенията и избор на оптимален вариант.

Съществени възможности за оценяване на конструктивните решения се предоставят с ползването на инженерните анализи – компонент на виртуалното инженерство. Този инструмент дава съществени предимства при приложението му на етап „концепция“, като позволява да се оценят различни възможни компоновки още на ниво съставяне „архитектурата“ на изделието. [2]

Представеното изследване демонстрира възможностите, предоставяни от инженерните анализи, за ранна оценка и избор на концепция за модулни системи. Разгледаният пример се отнася до проектирането на модулна система за високоскоростно прецизно рязане на листови материали, с използване на високотехнологични източници – лазер (laser), плазма (plasma), водна струя с високо налягане (water jet). Фокуса е ориентиран към избора на проектно решение за основен компонент на системата – механичната подсистема, осигуряваща работните движения – и в частност – напречната ѝ греда. [4]

Модулна система за високоскоростно прецизно рязане на листови материали

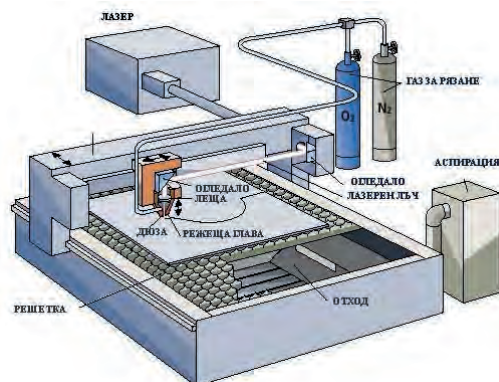
Разгледаната модулна система е предназначена за серийно, дребно серийно и дори единично производство, при рязане и разкрояване на различни листове, използвайки най-ефективната технология на рязане (лазерно, водоструйно или плазмено) за всеки отделен материал, дебелина и необходимата точност.

Наличието на голям брой конкурентни производители и анализът на техните продукти наложи осъществяване на нискостойностно пълно функционално техническо решение базирано на модулна система характеризиращо се с:

- Опростена конструкция с широко използване на стандартизирани и покупни елементи;
- Осигуряване на високи работни (20m/min) и бързи скорости (50m/min) при много добра динамика на ускоренията – над 1G;
- Използване на високонадеждна система за CNC управление от среден ценови клас с цел добро приемане на изделието на външните пазари и лесното му поддържане и сервизиране;
- Съвместимост на системата за управление с популярните CAD формати за автоматизиране на технологичната подготовка и създаване на управляващите програми;
- Предвиждане на потенциална възможност за вграждане на оси С и В, с цел производство на детайли с подготвително контурно скосяване за последващо заваряване.

Принципна схема на развиваната модулна система е показана на фигурата по-долу – за варианта с използване на лазерен източник.

От условието за модулен принцип на изграждане на проектираните машини с използване на високотехнологични източници – лазер (laser), плазма (plasma), водна струя с високо налягане (water jet) – е необходимо избраната

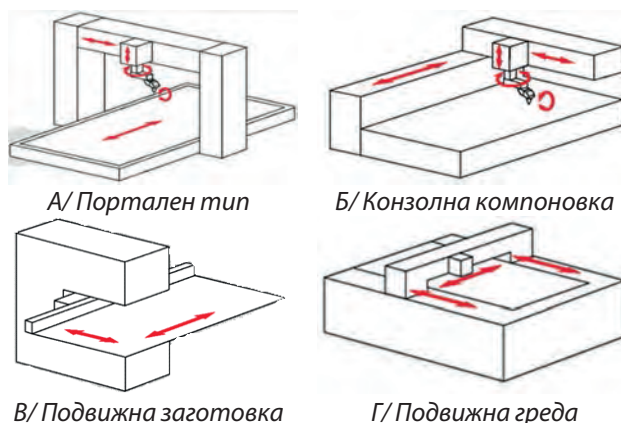


Фиг.1 Принципна схема на индустриална система за лазерно рязане

компоновка да удовлетворява изискванията за работа на всяка от машините, като същевременно трябва да отговаря и на специфичните условия за процеса. Което значи че трябва да има възможност за работа със плазмен, лазерен и РСВН източник, да има възможност за автоматизирана смяна на заготовките, да има вана за гасене на струята и утаяване на абразива при РСВН машината, да може да извършва рязане със водна завеса при плазмено рязане, да има добър достъп до работната зона за зареждане със заготовки и контрол и др.

Тези изисквания водят до различни възможни типове компоновки, срещани се като изпълнение на съществуващи на пазара системи, което е и показано на фигурата по-долу. Извършеният анализ на тези компоновки определя като оптимална с оглед на търсените работни параметри (по-конкретно – точност) компоновката от типа „подвижна греда“. При нея работните движения се извършват от гредата, а позициониращото движение по ос Z се извършва от режещата глава.

Основно предимство е близкото разположение на подвижните елементи до равнината в която става обработването на заготовката, което създава по-малки прекатурващи моменти върху подвижните елементи, от което се намаляват деформациите на гредата и грешките от позициониране. Достъпа до масата на машината при зареждане с материал



Фиг.2 Принципни компоновки на механичната подсистема

също е много добър. Конструкцията позволява постигането на висока точност при позициониране и голяма коравина, както и обработването на заготовки с по-голяма маса.

Недостатъкът е, че максималната дебелина на обработваната заготовка зависи от разстоянието между гредата и масата на машината. Това обаче не е критично за проектираната машина.

Различните видове източници влияят силно върху компоновките на механичната подсистема, осигуряваща работните движения при съответните машини. Това се предопределя от изискванията за точност при съответните обработки, включени в модулната система като варианти.

Дефиниране на механичната подсистема, осигуряваща работните движения

Следствие на избора на компоновка е и дефинирането на основните възли на механичната подсистема, която се състои от:

- тяло на машината;
- напречна греда на машината;
- задвижване;
- защиты;
- други:
 - o аспирацията;
 - o вана - при машините за рязане с водна струя и плазмените машини работещи със защитна водна среда.

Изследването е ориентирано основно към възела на напречната греда на машината. Различните видове машини предполагат различни видове обработвани материали и съответно – различни изисквания към точността. Поради по-големите изисквания за точност на обработка при лазерната машина за разлика от плазмената и машината за рязане с водна струя необходимо е металната конструкция да бъде по-стабилна и с по-малко вибрации, или – с по-добри динамични показатели. При нея трябва да се намери оптимално съотношение между маса и коравина, което ще осигури и добра динамика. Това е оценено, според типа на източника, както следва:

- При лазерните машини все пак да могат да се реализират високите динамични изисквания е необходимо работната греда конструктивно да се олекоти в максимална степен при запазване на висока стабилност. Необходимо е да се оцени възможността за използване на леки метали (алуминий) за изпълнение на гредата.
- При машините предназначени за рязане с плазма и водна струя под високо налягане изискванията относно максималната скорост са по-ниски (20 m/min) и затова гредата възможно да се изработи икономически по-ефективно и технологично по-лесно реализируемо.

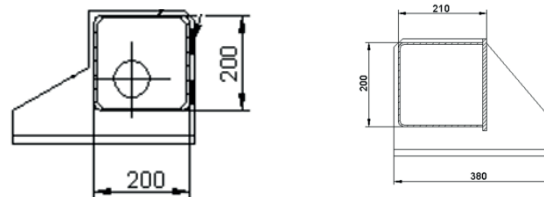
Търсените два вида конструкции могат да се подберат измежду вариантите, получени от комбиниране на:

- материали – алуминиева сплав или стомана;
- технология на изработване – готов профил или заварена конструкция.

Възможните четири комбинации са анализирани в детайл по-долу.

Стоманена греда от готов профил с квадратно сечение

За тяло на гредата се използва стандартен стоманен профил с напречно сечение 200x200x6,3 (виж фигура 3 А/), за него са заварени две плочи, като лявата е укрепена допълнително към основната плоча с помощта на две ребра. Това укрепване липсва от дясната страна, както и дясната плоча е по-тънка от лявата, за да може да се осъществят микро огъвания в нея, и да се компенсират евентуални неточности на изработката и монтажа на гредата и тялото. На основните плочи се разполагат елементите за установяване на направляващите по ос "X", както и задвижващите елементи. Челно на гредата са заварени две плоски шини, които са обработени, за да могат върху тях да легнат направляващите за "Y" ос.



А/ Готов профил

Б/ Заварена конструкция

Фиг.3 Напречни сечения на вариантите на изпълнение от стомана

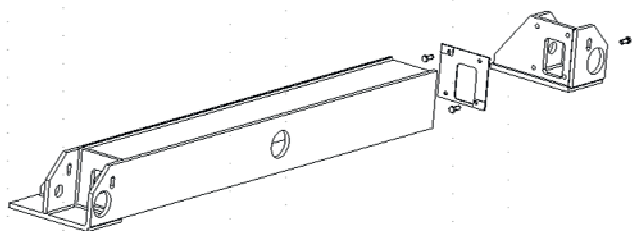
Заварена стоманена греда

Сечението на гредата е получено от два елемента – единият е студеноогънат "П" профил 200x200x6, а челно за него е заварена плоска шина 220x10. Тази шина се обработва, за да се получи нужната повърхнина за присъединяване на направляващите за "Y" ос. Аналогично на предходната конструкция, и тук двете страници са с различна дебелина и лявата е укрепена допълнително.

Заварена алуминиева конструкция

Тази конструкция ползва стандартен листов материал, нарязан по определен начин, така че чрез заваряване е получена желаната конфигурация на гредата. Поради факта, че алуминия има по-голям коефициент на топлинно разширение, спрямо стоманеното тяло на машината, гредата ще се разшири повече и ще се напругне в процеса на работа. Освен това ще има и грешки получени в следствие на обработките и монтажа, което при движение по ос "X" може да доведе до допълнително натоварване на направляващите и това от своя страна да доведе до загряването им. За да се избегнат тези нежелани ефекти трябва да се вземат мерки за компенсиране на неточностите и разликите в топлинното разширение. Разгледани са няколко решения на тези проблеми. При едно от тях има подвижни елементи, които се водят по втулки, но един такъв вариант е сравнително сложен.

Разработена е конструкция (фигура 4), която се състои от два заварени алуминиеви детайла, които се свързват с еластичен елемент поемащ топлинните разширения и неточностите. За еластичен елемент се използва планка от пружинна стомана, която се захваща с четири болта на кръст за отделните части на гредата.



Фиг.4 Заварена греда от алуминиева сплав

Алуминиева конструкция с използване на стандартен профил

Разгледан е вариант, при който се използва стандартен алуминиев профил заварен за две челни плочи, които са с различна дебелина и едната е укрепена допълнително с ребра. Тук няма елементи за компенсирание на температурното разширение, като се разчита на деформация на по-тънката плоча. Тази конструкция е по-лесна за изработка спрямо предходната, поради намаляването както на машинната обработка, така и заваръчните операции.

Анализ на разгледаните концепции

Два основни критерия са ползвани за анализ, оценка и избор на концепция за конструкция на напречната греда:

- **Технологичност / себестойност:** От разгледаните конструкции на напречни греди, по-технологична е тази, ползваща готови профили, тъй като не се извършват операции по огъване за получаване на "П" – профила, няма надлъжни заварки, а правилната геометрия на стандартния профил е гарантирана. Намалена е и машинната обработка, както и заваръчните операции.
- **Съотношение коравина/маса:** Двете разгледани конструкции от алуминиеви сплави (от готов профил и заварена) се очаква да покажат по-добро динамично поведение спрямо стоманените. Допълнително, заварената алуминиева конструкция дава някои предимства за постигане на оптимизирано съотношение коравина / маса.

Проведеният анализ определя две конкурентни решения:

- стоманена греда, ползваща готов профил;
- заварена алуминиева греда.

Оценка на динамичното поведение на структурите е възможно да се извърши по-прецизно, като се ползват разгледаните по-горе възможности на инженерните анализи.

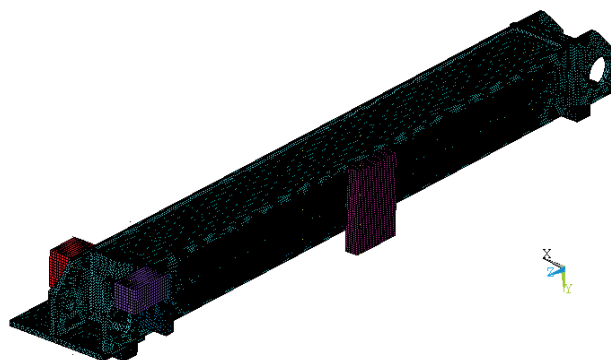
Оценка на концепции на конструкция на напречната греда

Оценката на динамичните показатели на разглежданите две концепции е направена комплексно – чрез определяне на собствените честоти. Този подход оценява точно необходимото съотношение коравина/маса.

За целта, в изследваните конструкции са премахнати всички елементи от микрогеометрията, които не указват съществено влияние върху характеристиките на модела и точността на получените резултати, но заемат значителен изчислителен ресурс и излишно натоварват изчислителния модел. Изградените модели от крайни елементи за двата варианта са показани на фигурата по-долу.



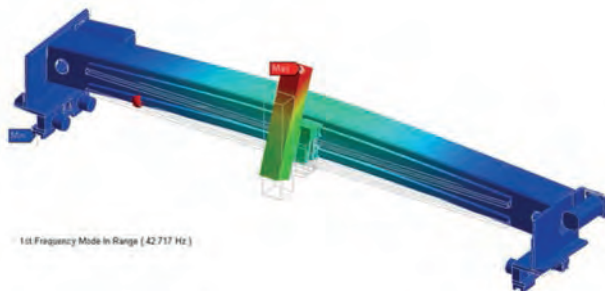
А/ Стоманена греда, ползваща готов профил



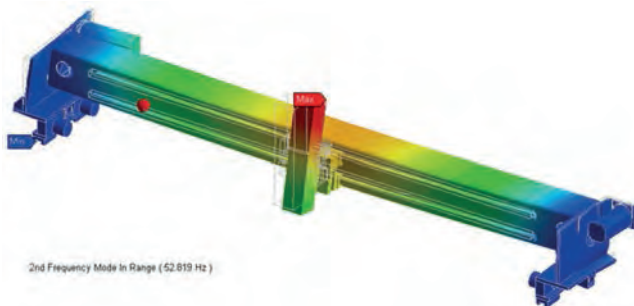
Б/ Заварена алуминиева греда

Фиг.5 Изчислителни модели на изследваните концептуални варианти

Резултатите от проведените модални анализи на конструкциите са показани на фигури 6 и 7 по-долу. Показани са първите две собствени форми за всеки от разгледаните варианти.

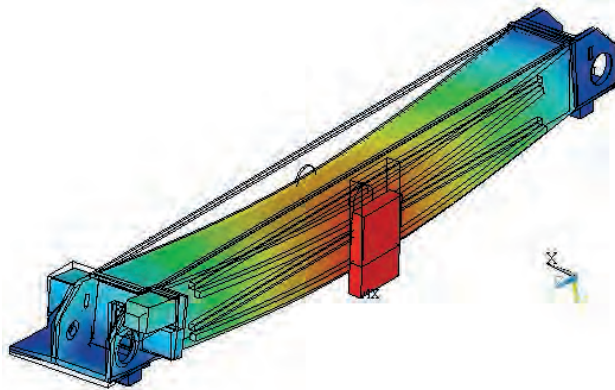


А/ Първа собствена честота $f_1 = 43\text{Hz}$

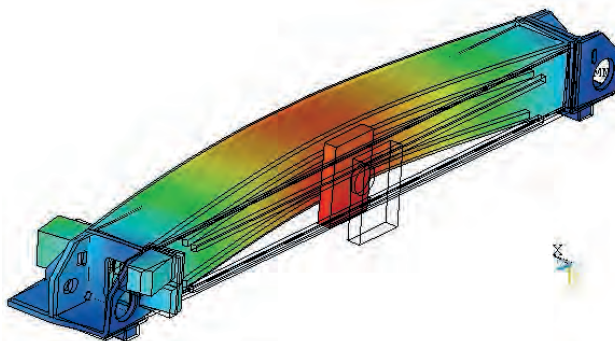


Б/ Втора собствена честота $f_2 = 53\text{Hz}$

Фиг.6 Първите две собствени честоти на конструкцията със стоманена греда, ползваща готов профил



А/ Първа собствена честота $f_1 = 141\text{Hz}$



Б/ Втора собствена честота $f_2 = 162\text{Hz}$

Фиг.7 Първите две собствени честоти на конструкцията със заварена алуминиева греда

Получените резултати недвусмислено сочат предимствата на заварената алуминиева греда пред стоманения профил – нейната първа собствена честота е 2.5 пъти по-висока.

Обобщение:

Представеният детайлно избор на концепция за напречна греда от механична система на модулна система за високоскоростно прецизно рязане на листови материали илюстрира мястото и преките ползи от приложението на виртуалното прототипиране в ранните етапи на развитие на продукта. Благодарение на този подход са избрани

съответни конструкции за различните варианти машини както следва:

- за машина с лазерен източник – заварена алуминиева греда;
- за машините, ползващи плазмен и PCBH източник – стоманена греда, ползваща готов профил.

Оценени са динамичните показатели на тези конструкции, което служи за основа на по-нататъшно определение на общите показатели на цялата машина, както и за насоки за тяхното подобряване.

Благодарности

Настоящите изследвания са свързани с проект № BG051PO 001-3.3.06-0046 “Подкрепа за развитието на докторанти, постдокторанти и млади учени в областта на виртуалното инженерство и индустриалните технологии”. Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз.

Литература:

1. Burger, A., Bittel, V., Awad, R., Ovtcharova, J., Design for Customer – Sustainable Customer Integration into the Development Processes of Product-Service System Providers, MECIT International Conference on “Applied Information and Communications Technology”, 22-23 March 2011, Muscat, Oman
2. Connel A., The Rise and Rise of Virtual Prototyping, Time-Compression Technologies, vol.12, Issue 3, 2004, pp.37-43
3. Dorf, R.C., The Mechanical Systems Design Handbook, University of California, CRC Press, 2002.
4. Todorov, G., Tsv.Ivanov, K.Kamberov, B.Romanov, Modular Conception for High Speed Cutting Machines using Laser, Plasma or Water Jet Technologies, Scientific Proceedings of the Scientific-Technical Union of Mechanical Engineering, Year XIX, vol. 7/127, pp. 37-42, September 2011