

ЕДНА ЗАДАЧА ЗА НАПРЕГНАТО И ДЕФОРМИРАНО СЪСТОЯНИЕ НА ТЪНКСТЕННИ ЗАТВОРЕНИ ПРОФИЛИ

Илия АНДОНОВ, Коста МЛАДЕНОВ, Антония МАНОЛОВА

andonov_is@abv.bg; mladenov_fhe@uacg.bg; manolova@vtu.bg

гл.ас.д-р инж. Илия Андонов, ВТУ"Тодор Каблешков", ул. "Гео Милев" №158, София 1574
проф. д.т.н. инж. Коста Младенов, УАСГ, ул. "Христо Смирненски" №1, София 1046
гл.ас. инж. Антония Манолова, ВТУ"Тодор Каблешков", ул. "Гео Милев" №158, София 1574

БЪЛГАРИЯ

Резюме: При нараналото потребление и производство на метални изделия и търсене на методи за икономия на метал, се налагат нови технологии и прецизирани якостни и деформационни изчисления на конструктивните елементи. Предмет на настоящата работа е едно изследване върху напрегнато и деформирано състояние на група тънкостенни затворени профили при различни дебелини на стената и различни форми на напречното сечение.

Ключови думи: метал, стомана, тънкостенни профили, моделиране

ВЪВЕДЕНИЕ

Металите, и по-специално първични алуминиеви продукти и плоски продукти от стомана, са продукти, които се търгуват на глобалния пазар. Цената на продуктите се определя според световното търсене и предлагане и се характеризира с големи циклични колебания. [1]

Поскъпването на основните суровини за производство на стомана удвоиха крайната цена на сплавта за последните 12 месеца. Това създава опасност от инфлация на развиващите се пазари, където индустриалният бум се отразява в силно търсене на стомана. Търсенето на стомана расте заедно с инфраструктурните проекти в развиващите се страни. Едновременно с това има сигнали за намаляващ добив на суровини, което се отразява в по-високата им цена. Съчетани, тези два фактора подсказват, че търсенето и цената на стоманата ще се задържат високи поне още няколко години.

Въпреки че най-големите имотни пазари на планетата - американският, британският, испанският и френският, започват да се свиват, пазарът на стомана не показва

никакви признаци на отслабване от този факт. Средната цена на сплавта достигна през април границата от 1000 долара - почти 100% увеличение в стойността ѝ в сравнение с преди 12 месеца. Производителите обясняват факта с поскъпването на суровините - цената на желязото нарасна с над 70% за този период, а цената на коксовите въглища - с цели 250%. Производителите на стомана не могат да компенсират рязкото увеличение на производствените разходи и го прехвърлят върху крайния потребител.

Могат да се посочат няколко причини за шоковото поскъпване:

1. Поскъпване на изходната суровина.

То стана факт след като в началото на 2008 металургичните комбинати на Япония и Южна Корея се споразумяха да плащат с 65% повече за желязната руда, което прави по \$78,90 за тон желязна руда, внасяна от Бразилският минен гигант „Вале“. Поскъпването на желязната руда по контракти за бъдеща доставка бе нормална реакция на пазара, тъй като цените през 2007 г. достигнаха рекордни равнища, а търсенето от Китай не намаляваше. Според специалистите

при 65% увеличение цената на желязната руда поражда 22% по-високи разходи за производство на стомана.

2 Премахване на субсидиите в Китай.

Китайската металургия е изцяло в ръцете на правителството. Субсидиите помогнаха на Китай да се превърне в най-големия производител и износител на стомана в света. През 2007 година стоманената индустрия в страната е получила субсидии за около 15,7 млрд. долара и за последните седем години е увеличила продукцията си десетки пъти. Огромните директни и индиректни субсидии нарушават много правила на Световната търговска организация (СТО), която има строги правила за субсидирането на износа.

Също така европейските стоманопроизводители доказаха, че Китай продава своята продукция на цени, които не съответстват на реалната ѝ стойност и се обърнаха към Европейската асоциация на производителите на стомана /Eurofer/ в Брюксел с молба да бъдат въведени антидъмпингови санкции срещу вноса на китайска стомана.

Тези предпоставки принудиха китайското правителство да премахне субсидиите в началото на 2008г.

3. Повишеното търсене.

През изминалата 2007г. потреблението на метала се е увеличило със 7,1% спрямо нивата от 2006 г. до 1,215 млрд. тона. През следващите четири години търсенето ще расте с общо над 20 % и според анализаторите забавяне ще се забележи едва в края на десетилетието.

Както и при повечето суровини, по ръст на търсенето водят азиатските държави. Други обещаващи региони са Южна Америка и бившите съветски републики, където търсенето през следващите години ще расте с над 20 %. Африка и Близкият изток очакват експанзия на потреблението на стомана дори и до 50 % през следващите няколко години.

Активизирането на развиващите се страни ще компенсира напълно забавянето в западните икономики. Развитите страни дори изостават като дял от общото световно търсене на стомана. През 2000 г. западноевропейските държави и NAFTA потребяваха 50 % от световните количества стомана, а в момента - само около една трета.

Повишеното търсене вече води до корекции на цените в различните продуктови сегменти. Индонезийската държавна

металургична компания "Кракатау стийл" (Krakatau Steel) намали износа на валцувани продукти с 50 % поради увеличено вътрешно търсене. По същата причина китайските металургични фабрики непрекъснато от началото на тази година увеличат цените на стоманените греди. Индия въведе експортен данък от 10 до 15 % за стоманените продукти.

При така стеклите се обстоятелства икономиките в преход в новите държави-членки на ЕС са особено засегнати от реструктурирането на стоманодобивния отрасъл. Въпреки това вече са налице обнадеждаващи признаци за икономическо консолидиране и възстановяване. В резултат на одобрените програми и планове, насочени към демонстриране на жизнеспособност, нивата на производителност значително се повишиха. Металообработващият отрасъл на ЕС се отдалечава от традиционната си позиция на тежка индустрия с ниска добавена стойност, чрез постоянно реструктуриране, насочено към намаляване на разходите и преминаване към пазарни сегменти с по-висока стойност.

НОВИ МЕТОДИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО, СЪОТВЕТЕН АНАЛИЗ И КОНСТРУИРАНЕ

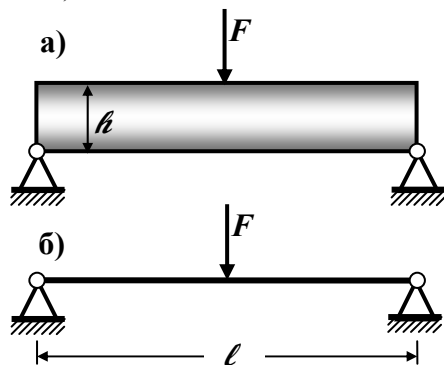
Новите разработки представляват ключово средство за конкурентоспособност, което ще се отрази в сериозна промяна на продуктовата гама, както и в разработването на нови технически приложения.

Едно от тези направления, което много бързо се налага на пазара, са така наречените „Slitting lines”, които от горещо валцовани стоманени рулони произвеждат студено валцовани стоманени листове. Капацитетът на тези линии е от 300 mm ширина на рулона до 2000 mm, и дебелина от 0,1 mm до 12 mm с толеранс в дебелината от 20 до 60 микрона и производителност до 150 m/min.

При производство на тръбни профили от листовата стомана, допускът по отношение на дебелината на изходния материал е $\pm 10\%$. Използването на тези машини позволява, от произведените с висока точност листове стомана на долната граница на допускателност, да се правят тръби с минимална дебелина на стената, но в рамките на стандарта, при което икономическият ефект е огромен. Това, от своя страна, налага изисквания към по-прецизно моделиране на елементите при аналитичното им изследване.

ПОСТАНОВКА НА ЗАДАЧАТА И МОДЕЛИРАНЕ

Целта на настоящата работа е да се изследва напрегнатото и особено деформираното състояние при различни тънкостенни затворени профили на сечението на гредата с отвор l и височина h , подпряна на две неподвижни опори и натоварена в средното сечение с вертикална сила F при вариране на дебелината на стената на профила (Фиг. 1а).

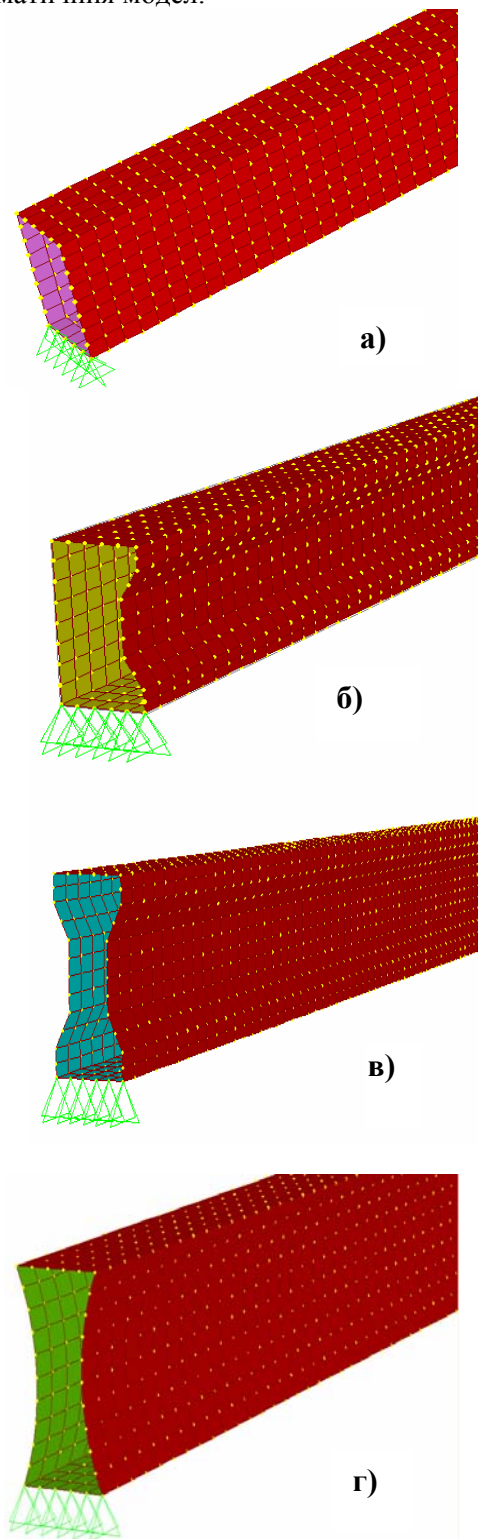


Фиг.1

Гредата се отличава от класическата статическа схема на проста гредата (Фиг. 1б) по това, че опорната линия не минава през центъра на тежестта на сечението, а по долния ръб на долния пояс на сечението. Освен това двете опори са неподвижни, така че е налице един път статически неопределима система. Допълнително, във връзка с относително малката дебелина на стената на профилите (0,8-1,2 mm), възниква въпросът за приложимост на гредовата теория и валидността на хипотезата на Бернули за равнинност на сеченията след деформацията. От друга страна, в случаите, когато се изисква по-голяма точност при определяне на провисването на гредата и тънкостенни греди, трябва да се отчете както приносът на деформациите в местата на опирание, така и в областта на приложение на товара. Ако в тези сечения няма диафрагми, в тях деформациите са съществени и в процеса на натоварване те не се преместват като абсолютно твърдо тяло, както е според хипотезата на Бернули. Поради тази причина и за сравнение на резултатите с класическата гредова теория гредата е моделирана с черупкови крайни елементи с шест степени на свобода във възел.

Фиг. 2 а-г представя част от модела на гредата със съответното напречно сечение, съставен на SAP2000 [2]. Гредата е описана с 12000 елемента тип SHELL, което има за

резултат общо около 72000 уравнения в математичния модел.

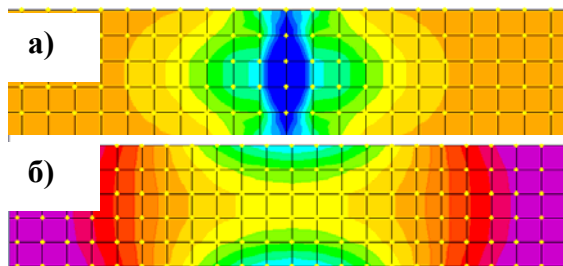


Фиг.2

РЕЗУЛТАТИ И ИЗВОДИ

Фиг.3а представя контури на максималните нормални напрежения в горен пояс на гредата в околността на приложение на товара. Той е разпределен равномерно по

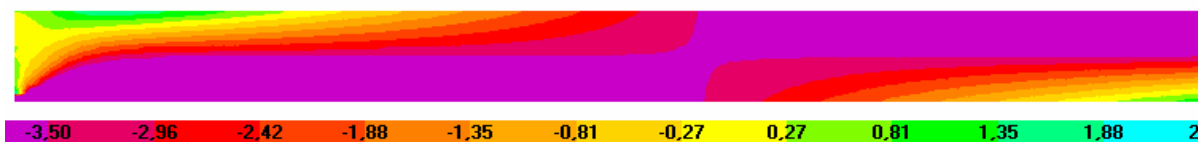
линия. Неравномерната картина на разпределение на напреженията се дължи очевидно на закоравяващото действие на стените към краищата на сечението и се простира на повече от три ширини на сечението. Подобно и с още по-голяма зона на неравномерност е разпределението на максималните редуцирани напрежения в долния пояс (Фиг. 3б) под зоната на приложение на товара.



Фиг. 3

Фиг. 4 представя контури на нормалното напрежение σ_x в едно от стеблата на сечението от фиг. 2а в една трета от дължината на гредата заедно с лявата опора. Нееднородното разпределение на линиите се дължи на хоризонталната реакция в опората, която е повече от седем пъти по-голяма от приложената сила F .

За да се направи сравнение между провисването на средното сечение на гредата бяха проведени решения и по гредовата теория. Резултатите за първото (Фиг. 2а) от



Фиг. 4

A PROBLEM ON STRESSED AND STRAINED STATE OF THIN-WALLED CLOSED PROFILES

Iliа ANDONOV, Kosta MLADENOV, Antonia MANOLOVA

Higher School of Transport, University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy
BULGARIA

Abstract: With the growing consumption and related production of metal goods and due search for ways to save metals at hand, new processing methods come into being along with more rigorous stress and strain analysis of structural members. The aim of this paper is to study the state of stresses and strains of a set of thin-walled closed profiles with various wall thicknesses and forms of the cross-section.

Key words: metal, steel, thin-walled closed profiles, modeling

четирите сечения са представени в таблица 1 за пет различни дебелини на стената, а именно 0,8 mm, 0,9 mm, 1 mm, 1,1 mm, 1,2mm. Дължината на гредата е 1,6 m, а ширината и височината на сечението остават постоянни, съответно 20 mm и 35 mm.

Тип на модела	Дебелина на стената в mm				
	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
Гредови	8,77	7,86	7,13	6,53	6,04
Черупков	9,09	8,06	7,33	6,79	6,28
Разлика в %	3,6	2,5	2,8	3,98	3,97

Таблица 1. Провисване в mm на средното сечение

Както се очакваше, черупковият модел предсказва по-големи премествания, дължими на локални деформации при опорите и в околността на прилагане на товара. Въпреки това разликата от около 4 % е приемлива и в голямо болшинство от инженерните задачи можем да се облягаме на несравнимо по-простия гредови модел.

Литература:

- [1]. Steel Business Briefing www.steelbb.com
- [2].SAP2000:CSI Analysis Reference Manual, Computers&Structures, Inc., Berkeley, 2005.

Разработката се публикува благодарение на проект по ФНИ на МОНТ – договор № НИК-06/2007 (ДО1-831/16.10.2007г.)