

НАСТАВНО НАУЧНОМ ВЕЋУ
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА
У КРАГУЈЕВЦУ
Продекану за НИР

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ			
ПРИМЉЕНО 09 JUN 2010			
Орг. јед.	Број	Прилог	Вредност
	01-1/1752		

Предмет: Захтев за верификацију техничког решења

Молим Наставно научно веће Машинског факултета у Крагујевцу да за ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ под називом

P2_GED – СОФТВЕР ЗА ПРОЦЕНУ ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА КОНСТРУКЦИЈА КОРИСТЕЊИ МЕТОД ГУСТИНЕ ЕНЕРГИЈЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ

рађено у оквиру пројекта TR14009 „Истраживање у области замора, механике лома и поузданости рударских и енергетских конструкција“, финансираног од стране Министарства за науку и технолошки развој.

Аутори техничког решења:


- Мр Катарина Максимовић, ВТИ, Београд
- Др Миодраг Јанковић, редовни професор, Машински факултет у Београду
- Др Стеван Максимовић, научни саветник, ВТИ, Београд,
- Др Драган Милосављевић, редовни професор, Машински факултет у Крагујевцу,
- Др Владимир Зељковић, научни саветник, Институт техничких наука Српске академије наука и уметности, Београд,
- Ивана Васовић, истраживач сарадник, Институт „ГОША“, Смедеревска паланка

Уз детаљан опис у прилогу је дато и позитивно мишљење рецензената:

1. Др Вукић Лазић, ванредни професор, Машински факултет у Крагујевцу,
2. Др Србислав Александровић, ванредни професор, Машински факултет у Крагујевцу

Са поштовањем,

Подносилац захтева


Др Драган Милосављевић, редовни професор
Машински факултет у Крагујевцу

Крагујевац,

7. јуни 2010. године



Универзитет у Крагујевцу
Машински факултет у Крагујевцу
Број : **ТР-56/2010**
10. 06. 2010. године
Крагујевац

Наставно-научно веће Машинског факултета у Крагујевцу на својој седници од 10. 06. 2010. године на основу члана 200. Статута Машинског факултета, донело је

О Д Л У К У

Усвајају се позитивне рецензије техничког решења „**P2_GED – Софтвер за процену преосталог века конструкција користећи методу густине енергије деформације**“, аутора **Мр Катарине Максимовић, др Миодрага Јанковића, др Стевана Максимовића, др Драгана Милосављевића, др Владимира Зељковића и Иване Васовић.**

Решење припада класи **M85**, према класификацији из Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, ("Сл. гласник РС", бр. 38/2008).

Рецензенти су:

1. **Др Вукић Лазић, ванредни професор, Машински факултет Крагујевац**
2. **Др Србислав Александровић, ванредни професор, Машински факултет Крагујевац**

Достављено:
Ауторима
Архиви



Др Мирослав Бабић, ред. проф.

М И Ш Љ Е Њ Е о техничком решењу

P2_GED – СОФТВЕР ЗА ПРОЦЕНУ ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА КОНСТРУКЦИЈА КОРИСТЕЊИ МЕТОД ГУСТИНЕ ЕНЕРГИЈЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ

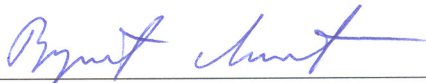
На основу текста техничког решења под горњим називом чији су аутори: мр Катарина Максимовић, др Миодраг Јанковић, др Стеван Максимовић, др Владимир Зељковић, др Драган Милосављевић и Ивана Васовић, дипл. инж., може се констатовати следеће.

Реализован је софтверски пакет за прорачун преосталог века конструкција са иницијалним оштећењима у виду прскотина. При изради софтвера коришћени су изрази и методологија на бази густине енергије деформације.

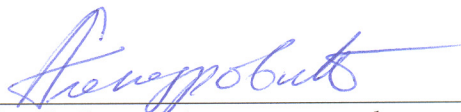
Развијени софтвер омогућује анализу ширења прскотина код структуралних елемената уношењем експерименталних података о цикличним карактеристикама материјала, прорачуне преосталог века са цикличним оптерећењима константне амплитуде. Резултати се приказују у облику криве ширења прскотине као функције броја циклуса оптерећења константне амплитуде.

Техничко решење спада у категорију М85 "софтвер", према ПРАВИЛНИКУ о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, 2008. година.

Крагујевац, 7. јуни 2010. Године



Др Вукић Лазич, ванр. професор
Машински факултет у Крагујевцу



Др Србислав Александровић, ванр. професор
Машински факултет у Крагујевцу

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ:**P2_GED – СОФТВЕР ЗА ПРОЦЕНУ ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА КОНСТРУКЦИЈА КОРИСТЕЋИ МЕТОД ГУСТИНЕ ЕНЕРГИЈЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ****I) ИДЕНТИФИКАЦИОНИ ПОДАЦИ**

Аутори решења	Катарина Максимовић Миодраг Јанковић Стеван Максимовић Владимир Зељковић Драган Милосављевић Ивана Васовић
Назив техничког решења	P2_GED – СОФТВЕР ЗА ПРОЦЕНУ ПРЕОСТАЛОГ ВЕКА КОНСТРУКЦИЈА КОРИСТЕЋИ МЕТОД ГУСТИНЕ ЕНЕРГИЈЕ ДЕФОРМАЦИЈЕ
Врста техничког решења:	Софтвер (M85)
Наручилац решења:	<ul style="list-style-type: none">➤ Машински факултет Београд➤ Машински факултет Крагујевац➤ Техничко решење је реализовано у оквиру пројекта ТП 14009 „Истраживање у области замора, механике лома и поузданости рударских и енергетских конструкција” финансираног од стране Министарства за науку и технолошки развој
Корисник решења:	<ul style="list-style-type: none">• Војнотехнички институт Београд• Машински факултет Београд• Машински факултет Крагујевац
Годна израде решења:	2009. година
Решење прихваћено од:	Машински факултет Београд, Катедра за машинске елементе Машински факултет Крагујевац , Центар за композитне и нове материјале
Решење примењује:	Војнотехнички институт Београд
Начин верификације решења:	Примери прорачуна епрувета и конструкција
Начин коришћења резултата	Развијена методологија се примењује коришћењем софтвера који је урађен за анализу и прорачун преосталог века конструкције

II) ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

1. ОБЛАСТ НА КОЈУ СЕ ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ ОДНОСИ

Техничко решење се односи на област механике, односно прорачун века конструкције.

2. ПРОБЛЕМ КОЈИ СЕ РЕШАВА

Предложеном методологијом решава се проблем за процену преосталог века конструкција са иницијалним оштећењима у виду прскотина. Развијени софтвер омогућује уношење геометријских карактеристика структуралног елемента са иницијалним прскотинама, експерименталних података о карактеристикама материјала из домена малоцикласног замора, прорачуне и анализу резултата.

3. СТАЊЕ РЕШЕНОСТИ ПРОБЛЕМА У СВЕТУ И СРБИЈИ

Последњих десетак година био је предложен изван број физичких модела којима се омогућава како процена века елемената структура у фази ширења прскотине, тако и описивање механизма ширења. Будући да се истраживање [1, 5] које је везано за понашање ширења прскотине при замору односи на процес локалног оштећења на врху прскотине, већу пажњу изазивају модели базирани на акумулисаном оштећењу [1 - 15], јер они доводе до повезивања микроскопског оштећења при замору са неким фундаменталним својствима деформисања при цикличном оптерећењу, на пример, оних који су добијени при малоцикласном замору (LCF) и/или параметара који су везани за микроструктуру. Претходно речено наводи на закључак да погодност коју би требало користити приликом предвиђања века при ширењу прскотине у условима замора буде везана са коришћењем својстава материјала при малоцикласном замору. Овакав закључак следи из чињенице да су тестови при малоцикласном замору једноставнији за извођење и да својства при малоцикласном замору могу такође бити процењена из података везаних за истезање при монотоним цикличним оптерећењима [2, 3, 4, 5]. Неки модели [10,14] су већ разматрали могућност предвиђања века код фазе ширења прскотине у условима замора и на нивоу II, на прави, адекватан начин, употребом доминантних својстава при малоцикласном замору, али без обзира на то потребно је извршити додатна побољшања да би се савладали неки недостаци. Код модела предложеног од стране Kaisand-а и Mowbray-а [14] и модификацијом од стране Liu и Lin-а [10], коришћен је опсег J -интеграла ΔJ уместо опсега фактора интензитета напона ΔK , код предвиђања понашања $da/dN - \Delta J$ уз својства која су везана за малоцикласни замор. Тако добијени резултати предвиђања су веома осетљиви на дефинисање (одређивање) иницијалне дужине прскотине, које није увек изводљиво.

4. ПОСТАВКА ПРОБЛЕМА –

На основу методологије за процену преосталог века конструкција са иницијалним прскотинама применом густине енергије деформације (ГЕД) потребно је урадити одговарајући софтвер. Софтвер је базиран на примени густине енергије деформације (ГЕД) чија теоретска разматрања су дата у референцама [1-15]. Примарно софтвер је предвиђен за анализу ширења прскотине под дејством променљивих оптерећења односно за дефинисање зависности између дужине прскотине и броја циклуса променљивог оптерећења.

Значи са развијеним софтвером се може извршити процена преосталог века структуралних елемената са иницијалним оштећењима у виду прскотине, односно може се одредити број циклуса када ће се јавити рапидно ширење прскотине тј. лом.

5. ОПИС ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Као што је поменуто, софтверски пакет “P2_GED” заснован је на примени густине енергије деформације. За разлику од конвенционалних закона ширења прскотине метод GED користи цикличне карактеристике материјала у анализи ширења прскотине.

У наредним разматрањима се дају резултати прорачуна користећи компјутерски програм под називом “P2_GED” са којим се врши анализа ширења прскотине на бази густине енергије деформације.

Са циљем илустрације могућности софтверског пакета “P2_GED” наредним Табелама 1 до 4 и Сликама 1 до 4 приказани су резултати анализе ширења прскотине у пољу оплате ширине (w) са иницијалном прскотином ($2a$) под дејством цикличних оптерећења константне амплитуде ($\Delta\sigma = \sigma_{\max} - \sigma_{\min}$). Овде су дати комплетни резултати анализе ширења прскотине, односно процене преосталог века за различите вредности нивоа оптерећења изражене преко различитих нивоа $\Delta\sigma$.

Потребна зависност између дужине прскотине a и броја циклуса N_p , се добија из следеће релације:

$$N_p = 4 E I_n \sigma_f' \varepsilon_f' \int_{a_0}^{a_k} \frac{da}{(1+n') \psi (\Delta K_I - \Delta K_{th})^2} \quad (1)$$

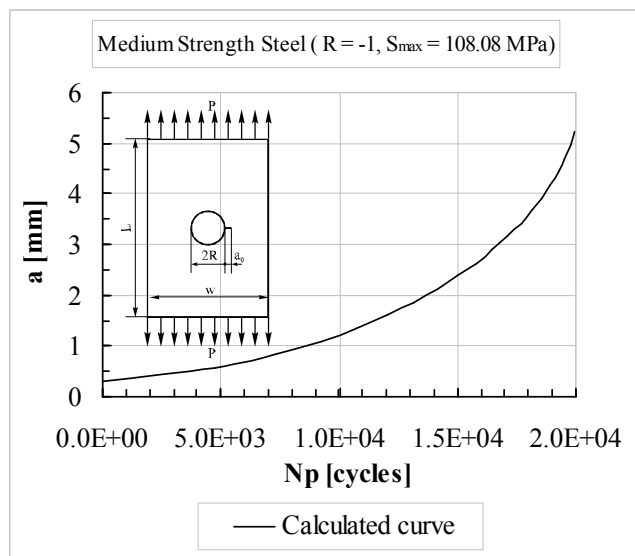
где је a_0 – почетна дужина прскотине,
 a_k – крајња дужина прскотине.

Претходна једначина је коришћена за анализу ширења прскотине и превиђање преосталог века структуралних елемената са иницијалним оштећењима.

У функционалној зависности која је приказана релацијом (1) као константе фигуришу само оне које су потребне и код дефинисања цикличне криве напон-деформација, а то су E , σ_f' , ε_f' , n' , тако да се не захтевају додатна експериментална истраживања у односу на она која су потребна за процену века до појаве иницијалних оштећења.

На основу претходно реченог за овакав приступ се може рећи да знатно скраћује време, а и материјалне трошкове приликом прорачуна, јер није потребно изводити додатне експерименте већ користити доступне параметре за цикличну криву.

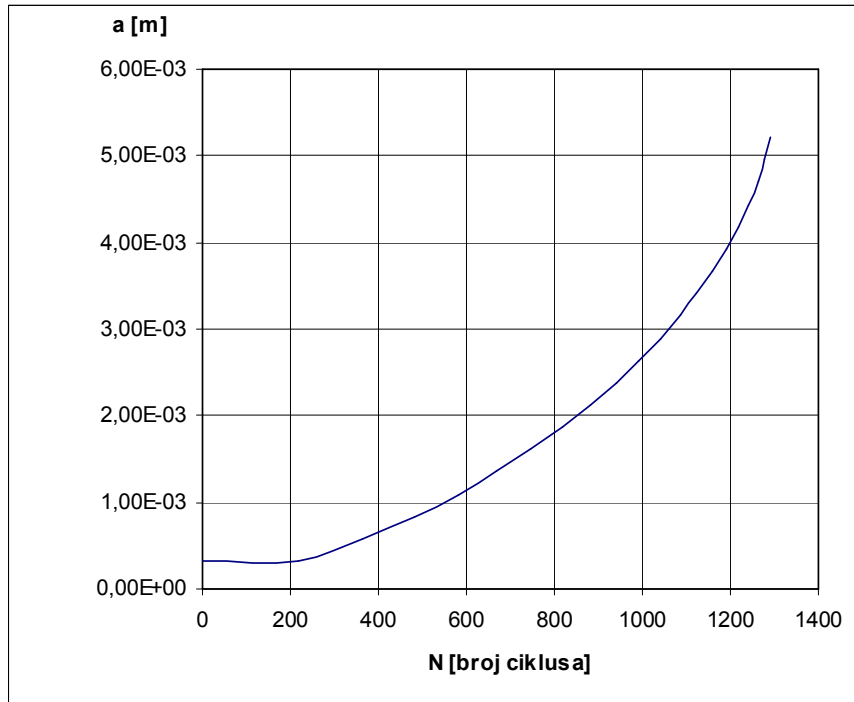
На Сл. 1.1 приказан је модел плоче са отвором полупречника r и иницијалне прскотине дужине a_0 под дејством цикличног оптерећења константне амплитуде као и зависност $a-N$ добијена решавањем једначине (1) за анализу ширења прскотине. За решавање једначине (1) користи се нумеричка интеграција где се у самом програму може бирати број интервала како би се профинила тачност решавања.



Сл. 1:1 Плоча са отвором у присуству иницијалне прскотине

Табела 1: Маска за софтверски пакет “P2_GED” ($\Delta\sigma = 639.9 \text{ MPa}$)

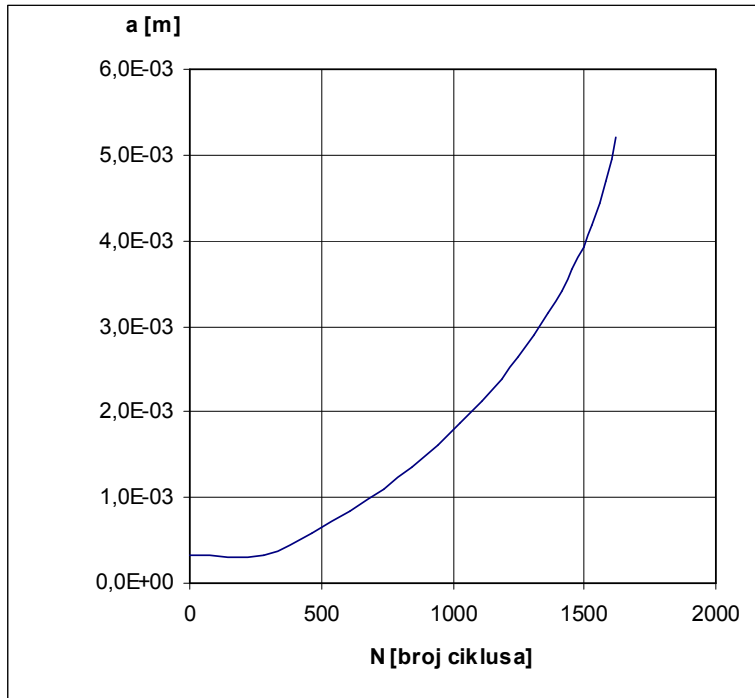
Ulazni podaci				Rezultati				
E	206900	In'	3,184	W	0,0256	DeltaSigma	639,9939	
SigmaF	1165,6	Psi	0,94812	a0	0,00032	R	-0,990030783582089	
EpsilonF	1,142	DeltaKth0	7,8	SigmaMax	321,6	ac	0,005472	
n'	0,123	Kc	63	SigmaMin	-318,3939	C1	2,370575095217105752E-10	
Poluprečnik				0,0064	Konstanta			12,7140834255534
Unesite broj intervala:				20	Izračunaj konstante		Izračunaj integral	
NUkupno	a0	a1	kl	yw	yb1	z	a/r	
218,436946295128	0,00032	0,0005776	46,2002940765597	1,2238668780491	2,76933513573	0,04259793324	0,09025	
365,711728914545	0,0005776	0,0008352	52,2831689903387	1,241545996186	2,56911219908	0,05122360964	0,1305	
482,486768195158	0,0008352	0,0010928	56,8226887407983	1,260830522527	2,40366504358	0,05859293858	0,17075	
581,645654093472	0,0010928	0,0013504	60,544406093104	1,281930421250	2,26598786409	0,06513376021	0,211	
668,79347547254	0,0013504	0,001608	63,8337168283359	1,305092664886	2,15052743029	0,07107517842	0,25125	
746,811928388516	0,001608	0,0018656	66,9183814158498	1,330612978178	2,05288031857	0,07655687595	0,2915	
817,356280896018	0,0018656	0,0021232	69,944752201157	1,358848899512	1,96955331209	0,08167147312	0,33175	
881,462516607894	0,0021232	0,0023808	73,0155967893449	1,390237385822	1,89777378748	0,08648412450	0,372	
939,827749102456	0,0023808	0,0026384	76,2113410730602	1,425318954319	1,83533965763	0,09104272655	0,41225	
992,951267014382	0,0026384	0,002896	79,6034783228138	1,464771436420	1,78050061642	0,09538371101	0,4525	
1041,20980761212	0,002896	0,0031536	83,2643312795325	1,509458218832	1,73186415368	0,09953555442	0,49275	
1084,89958867385	0,0031536	0,0034112	87,2756137713409	1,560498940795	1,68832117195	0,10352101652	0,533	
1124,26074692284	0,0034112	0,0036688	91,7376884164876	1,619376142033	1,64898711479	0,10735862857	0,57325	
1159,49217520061	0,0036688	0,0039264	96,7816100475841	1,688101666572	1,61315537017	0,11106371773	0,6135	
1190,76101389277	0,0039264	0,004184	102,587067233328	1,769486881591	1,58026038783	0,11464913285	0,65375	
1218,20913001628	0,004184	0,0044416	109,411838933052	1,867603061499	1,54984848374	0,11812577166	0,694	
1241,95789441435	0,0044416	0,0046992	117,644240937225	1,988613366199	1,52155472799	0,12150297198	0,73425	
1262,11201551314	0,0046992	0,0049568	127,904614776813	2,142392103629	1,49508464690	0,12478880746	0,7745	
1278,76289772243	0,0049568	0,0052144	141,262384681801	2,345995886860	1,47019973514	0,12799031500	0,81475	
1291,99186562562	0,0052144	0,005472	159,766340821731	2,632153371430	1,44670598295	0,13111367206	0,855	



Sl. 1 Zavisnost između dužine prskotine a i broja ciklusa N

Табела 2: Маска за софтверски пакет “P2_GED” ($\Delta\sigma=578.8$ MPa)

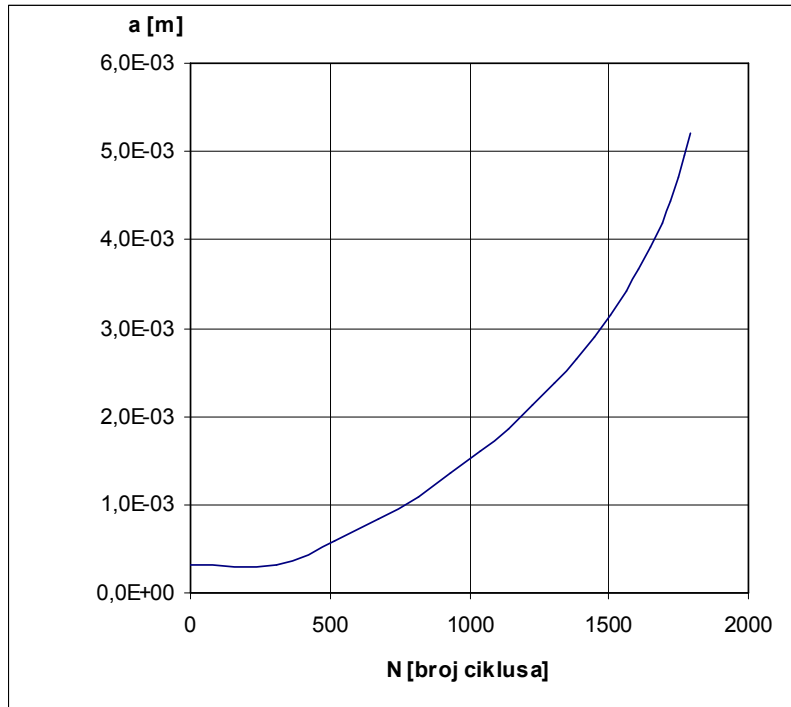
Konstantna amplituda									
Ulazni podaci						Rezultati			
E	206900	In'	3,184	W	0,0256	DeltaSigma	578,7915	R	-0,99
SigmaF	1165,6	Psi	0,94812	a0	0,00032	ac	0,005472	C1	2,370575095217105752E-10
EpsilonF'	1,142	DeltaKth0	7,8	SigmaMax	290,85	Konstanta	12,7139437875149		
n'	0,123	Kc	63	SigmaMin	-287,9415				
		Poluprečnik	0,0064						
Unesite broj intervala:		20	Izračunaj konstante		Izračunaj integral				
NUkupno	a0	a1	KI	yw	yb1	z	a/r		
277,661857349462	0,00032	0,0005776	41,7821755941941	1,223868780491	2,76933513573	0,04259793324	0,09025		
463,516338645334	0,0005776	0,0008352	47,2833472392028	1,241545996186	2,56911219908	0,05122360964	0,1305		
610,361788047785	0,0008352	0,0010928	51,3887542526886	1,260830522527	2,40366504358	0,05859293858	0,17075		
734,776624633223	0,0010928	0,0013504	54,7545650345055	1,281930421250	2,26598786409	0,06513376021	0,211		
843,942860123014	0,0013504	0,001608	57,7293200976568	1,305092664886	2,15052743029	0,07107517842	0,25125		
941,544793699879	0,001608	0,0018656	60,5189992549176	1,330612978178	2,05288031857	0,07655687595	0,2915		
1029,69664842369	0,0018656	0,0021232	63,2559592265426	1,358848899512	1,96955331209	0,08167147312	0,33175		
1109,72150597325	0,0021232	0,0023808	66,0331399863345	1,390237385822	1,89777378748	0,08648412450	0,372		
▶ 1182,51013291251	0,0023808	0,0026384	68,9232763260527	1,425318954319	1,83533965763	0,09104272655	0,41225		
1248,70113666183	0,0026384	0,002896	71,9910246389519	1,464771436420	1,78050061642	0,09538371101	0,4525		
1308,7769978677	0,002896	0,0031536	75,3017914667273	1,509458218832	1,73186415368	0,09953555442	0,49275		
1363,1176639028	0,0031536	0,0034112	78,9294763717827	1,560498940795	1,68832117195	0,10352101652	0,533		
1412,03171374233	0,0034112	0,0036688	82,9648443291592	1,619376142033	1,64898711479	0,10735862857	0,57325		
1455,77529603162	0,0036688	0,0039264	87,5264174421917	1,688101666572	1,61315537017	0,11106371773	0,6135		
1494,56426431333	0,0039264	0,004184	92,7767007225835	1,769486881591	1,58026038783	0,11464913285	0,65375		
1528,58248019207	0,004184	0,0044416	98,9488218150513	1,867603061499	1,54984848374	0,11812577166	0,694		
1557,9879520542	0,0044416	0,0046992	106,393962002479	1,988613366199	1,52155472799	0,12150297198	0,73425		
1582,91777546831	0,0046992	0,0049568	115,673139765228	2,142392103629	1,49500464690	0,12478880746	0,7745		
1603,49247420933	0,0049568	0,0052144	127,753510656206	2,345995886860	1,47019973514	0,12799031500	0,81475		
1619,82018365332	0,0052144	0,005472	144,487939734614	2,632153371430	1,44670598295	0,13111367206	0,855		
*									



Sl. 2 Zavisnost između dužine prskotine a i broja ciklusa N

Табела 3: Маска за софтверски пакет “P2_GED” ($\Delta\sigma=554.1$ MPa)

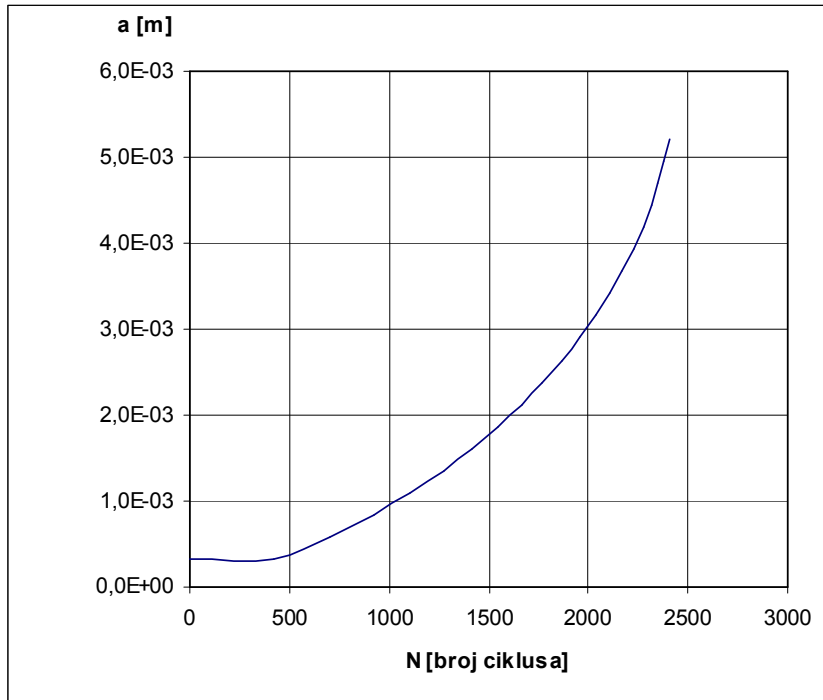
Konstantna amplituda									
Ulazni podaci						Rezultati			
E	206900	In'	3,184	W	0,0256	DeltaSigma	554,0757	R	-0,99
SigmaF	1165,6	Psi	0,94812	a0	0,00032	ac	0,005472	ac	0,005472
EpsilonF'	1,142	DeltaKth0	7,8	SigmaMax	278,43	C1	2,370575095217105752E-10	Konstanta	12,7139437875149
n'	0,123	Kc	63	SigmaMin	-275,6457				
		Poluprečnik	0,0064						
Unesite broj intervala:		20	Izračunaj konstante		Izračunaj integral				
	UKUPNO	a0	a1	KI	yw	yb1	z	a/r	
	308,613102613631	0,00032	0,0005776	39,997975419259	1,223868780491	2,76933513573	0,04259793324	0,09025	
	514,468922696606	0,0005776	0,0008352	45,2642337005716	1,241545996186	2,56911219908	0,05122360964	0,1305	
	676,843757204512	0,0008352	0,0010928	49,1943298833628	1,260830522527	2,40366504358	0,05859293858	0,17075	
	814,26971633637	0,0010928	0,0013504	52,4164123863069	1,281930421250	2,26598786409	0,06513376021	0,211	
	934,758919901574	0,0013504	0,001608	55,2641381976641	1,305092664886	2,15052743029	0,07107517842	0,25125	
	1042,41716895721	0,001608	0,0018656	57,9346912929232	1,330612978178	2,05288031857	0,07655687595	0,2915	
	1139,59944571156	0,0018656	0,0021232	60,5547764395608	1,358848899512	1,96955331209	0,08167147312	0,33175	
	1227,7793977019	0,0021232	0,0023808	63,2133648492182	1,390237385822	1,89777378748	0,08648412450	0,372	
	1307,94938419284	0,0023808	0,0026384	65,9800853617427	1,425318954319	1,83533965763	0,09104272655	0,41225	
	1380,82115353359	0,0026384	0,002896	68,916833856743	1,464771436420	1,78050061642	0,09538371101	0,4525	
	1446,93275415293	0,002896	0,0031536	72,086222448372	1,509458218832	1,73186415368	0,09953555442	0,49275	
	1506,70818321896	0,0031536	0,0034112	75,5589964111929	1,560498940795	1,68832117195	0,10352101652	0,533	
	1560,49207451533	0,0034112	0,0036688	79,4220443753405	1,619376142033	1,64898711479	0,10735862857	0,57325	
	1608,5707859239	0,0036688	0,0039264	83,7888272595132	1,688101666572	1,61315537017	0,11106371773	0,6135	
	1651,18592218739	0,0039264	0,004184	88,8149107175139	1,769486881591	1,58026038783	0,11464913285	0,65375	
	1688,54359699803	0,004184	0,0044416	94,7234672785447	1,867603061499	1,54984848374	0,11812577166	0,694	
	1720,82128865811	0,0044416	0,0046992	101,850681933471	1,988613366199	1,52155472799	0,12150297198	0,73425	
	1748,17336398386	0,0046992	0,0049568	110,733616313676	2,142392103629	1,49508464690	0,12478880746	0,7745	
	1770,73593796503	0,0049568	0,0052144	122,298126085636	2,345995886860	1,47019973514	0,12799031500	0,81475	
	1788,63156397828	0,0052144	0,005472	138,317954479315	2,632153371430	1,44670598295	0,13111367206	0,855	



Sl. 3 Зависност између дужине прскотине a и броја циклуса N

Табела 4: Маска за софтверски пакет “P2_GED” ($\Delta\sigma=487.2$ MPa)

Konstantna amplituda									
Ulazni podaci						Rezultati			
E	206900	In'	3,184	W	0,0256	DeltaSigma	487,2316	R	-0,99
SigmaF	1165,6	Psi	0,94812	a0	0,00032	ac	0,005472	C1	2,370575095217105752E-10
EpsilonF'	1,142	DeltaKth0	7,8	SigmaMax	244,84	Konstanta	12,7139437875149		
n'	0,123	Kc	63	SigmaMin	-242,3916				
		Poluprečnik	0,0064						
Unesite broj intervala:	20	Izračunaj konstante		Izračunaj integral					
NUkupno	a0	a1	Kl	yw	yb1	z	a/r		
423,91516288116	0,00032	0,0005776	35,1725902440519	1,223868780491	2,76933513573	0,04259793324	0,09025		
703,425336124	0,0005776	0,0008352	39,8035232526953	1,241545996186	2,56911219908	0,05122360964	0,1305		
922,669932021106	0,0008352	0,0010928	43,2594897412009	1,260830522527	2,40366504358	0,05859293858	0,17075		
1107,57757259046	0,0010928	0,0013504	46,0928578409776	1,281930421250	2,26598786409	0,06513376021	0,211		
1269,2829811526	0,0013504	0,001608	48,5970319157996	1,305092664886	2,15052743029	0,07107517842	0,25125		
1413,47211885979	0,001608	0,0018656	50,9454075213135	1,330612978178	2,05288031857	0,07655687595	0,2915		
1543,40105811995	0,0018656	0,0021232	53,2494036686494	1,358848899512	1,96955331209	0,08167147312	0,33175		
1661,10671071028	0,0021232	0,0023808	55,5872580170333	1,390237385822	1,89777378748	0,08648412450	0,372		
▶ 1767,96162819713	0,0023808	0,0026384	58,0201993318575	1,425318954319	1,83533965763	0,09104272655	0,41225		
1864,95151731908	0,0026384	0,002896	60,6026559140484	1,464771436420	1,78050061642	0,09538371101	0,4525		
1952,82281210554	0,002896	0,0031536	63,3896875458605	1,509458218832	1,73186415368	0,09953555442	0,49275		
2032,1649350192	0,0031536	0,0034112	66,443503506506	1,560498940795	1,68832117195	0,10352101652	0,533		
2103,45814151064	0,0034112	0,0036688	69,8405105227826	1,619376142033	1,64898711479	0,10735862857	0,57325		
2167,1026419984	0,0036688	0,0039264	73,6804815078089	1,688101666572	1,61315537017	0,11106371773	0,6135		
2223,43732000066	0,0039264	0,004184	78,100214560486	1,769486881591	1,58026038783	0,11464913285	0,65375		
2272,75259215487	0,004184	0,0044416	83,295958511938	1,867603061499	1,54984848374	0,11812577166	0,694		
2315,29995897046	0,0044416	0,0046992	89,5633407484507	1,988613366199	1,52155472799	0,12150297198	0,73425		
2351,29972504744	0,0046992	0,0049568	97,3746313911586	2,142392103629	1,49508464690	0,12478880746	0,7745		
2380,94781221309	0,0049568	0,0052144	107,543990197921	2,345995886860	1,47019973514	0,12799031500	0,81475		
2404,42235978096	0,0052144	0,005472	121,631174710755	2,632153371430	1,44670598295	0,13111367206	0,855		
*									



Сл. 4 Зависност између дужине прскотине a и броја циклуса N

6. НАЧИН РЕАЛИЗАЦИЈЕ И МЕСТО ПРИМЕНЕ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Софтверски пакет под називом “P2_GED” [17] за прорачун преосталог века конструкције урађен је на основу развијене методологије базиране на густини енергије деформације и приказаних релација.

7. МОГУЋНОСТ ПРИМЕНЕ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

За примену методологије и развијеног софтвера, потребно је извршити експериментална испитивања материјала да би се добили подаци који улазе у прорачун.

ПРИЛОЗИ:

8. ЛИТЕРАТУРА

1. Sehitoglu H., Gall K., Garcia A. M., Recent advances in fatigue crack growth modeling, *Int J Fract* 80 1996, pp. 165-192.
2. Janković D. M.: O hipotezama energetskog kriterijuma zamora metala, Tehnika, Mašinstvo 43, Beograd. 1994, str. M9-M14.
3. Janković D. M.: Malociklusni zamor, monografija, Mašinski fakultet, Beograd, 2001, str. 121.
4. Janković D. M.: About some various interpretation of fatigue criterion at low number of strain cycles, *Facta Universitatis, Series Mechanical engineering*, Vol. 1, 2001.

5. Komnenovic M., Maksimovic, S., Ristić, D., The Methodology for Initial Failure and Fracture Mechanics Analysis, WSEAS TRANSACTIONS on APPLIED and THEORETICAL MECHANICS, Issue 2, Volume 1, 2006, pp 133-140.
6. Ellyin F., Fatigue damage, crack growth and life prediction. *Fracture Mech.* 48 (1) 1997, pp. 9-15 Chapman & Hall.
7. Izumi Y., Fine M. E., Mura T., Energy consideration in fatigue crack propagation, *Int. J Fract.* 17 (1) 1981, pp. 15-25.
8. Ellyin F., Crack growth rate under cyclic loading and effect of different singularity fields, *Eng. Fract. Mech.* 25 (4) 1986, pp. 463-473.
9. Antolovich S. D., Saxena A., Chanani G. R., A model for fatigue crack propagation, *Eng. Fract. Mech.* 7, 1975, pp. 649-652.
10. Kujawaski D., Ellyin F. A., Fatigue crack propagation model, *Eng Fract Mech* 20 (5/6) 1984, pp. 695-704.
11. Li D. M., Nam W. J., Lee C. S., An improvement on prediction of fatigue crack growth from low cycle fatigue properties, *Eng. Fract. Mech.* 60 (4) 1998, pp. 397-406.
12. Radhakrishnan V. M. *Int J Fatigue* 12 (6) 1990, pp. 513.
13. Chand S., Gard S. B. L., Crack propagation under constant amplitude loading, *Eng Fract Mech* 21 (1) 1985, pp.1-30.
14. Stephens R. L., Chung J. H., Fatemi A., Lee H. W., Lee S. G., Vacaleas C., Wang C. M., Constants and variable amplitude fatigue behavior of five cast steel at room temperature and 45° C. *Trans ASME J Eng Mater Tech* 106; 1984, pp. 25-37.
15. Maksimović, S., Life assessment methods of initial damaged structures under general loading spectrum, IFMASS 10 „Fundamentals of fracture mechanics and structural integrity assessment methods“ 23-26 june 2008, .
16. Maksimović K., **P2_GED**: Program za procenu preostalog veka elemenata konstrukcija sa inicijalnim prskotinama na bazi gustine energije deformacije, 2008, Tehnički izveštaj.
17. Milosavljević D., Bogdanović, G., Veljović LJ., Radulović, J.: Ortotropni kompozit modeliran pomoću dve familije vlakana, Zbornik radova, TEIK 2010, ISBN 978-86-80295-86-2, knjiga 2, Niš, 2010, p.p. A-235, A-242.
18. MSC/NASTRAN Manual.