

PRILOG MODELIRANJU STRELE AUTODIZALICE

Doc. dr Mile SAVKOVIĆ

Doc. dr Mile Savković, dipl. inž. maš. Rođen je 1967. god. u Rojčićima kod Raške. Mašinski fakultet upisao 1987. god. u Kraljevu gde je i diplomirao 1992. godine. Magistarski rad na temu "Istraživanje dinamičkih uticaja na strelu portalne dizalice" odbranio 1996. god. na Mašinskom fakultetu u Beogradu. Doktorsku tezu: "Uticajni parametri na čvrstoću i stabilnost višesegmentnih strela dizalica" odbranio je 19.01.2001. godine na Mašinskom fakultetu u Kraljevu. Autor je više naučnih i stručnih radova u zemlji i inostranstvu. Zaposlen na Mašinskom fakultetu u Kraljevu kao docent za predmet Metalne konstrukcije.



Kategorija rada: PREGLEDNI RAD
Recezent: Prof. dr Milomir GAŠIĆ
UDK/UDC: 621.868.27
Rad primljen: 26. 05. 2003.

ADRESA:
Mašinski fakultet
Dositejeva 19
36000 Kraljevo

1. UVOD

Intenzivni razvoj autodizalica nametnuo je potrebu za svestranijim i sveobuhvatnijim istraživanjima svih njenih segmenata, sa posebnim osvrtom na strelu.

Upravo zbog toga pojavio se veliki broj radova koji su se bavili definisanjem adekvatnog modela strele autodizalice kako bi se, teorijskim putem, što tačnije došlo do pravog naponskog stanja, lokalne i globalne stabilnosti strele.

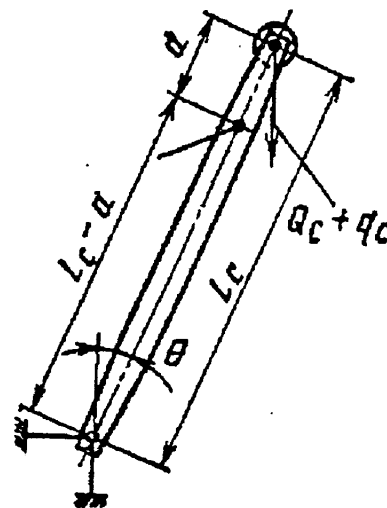
Cilj je da se omogući izbor optimalnih geometrijskih parametara čijom se primenom dolazi do savremenijih rešenja strela autodizalica

2. PREGLED MODELA STRELA AUTODIZALICA

Modeli strela autodizalica mogu se svrstati u dve grupe: - koji definišu globalnu stabilnost
- koji definišu lokalnu stabilnost.

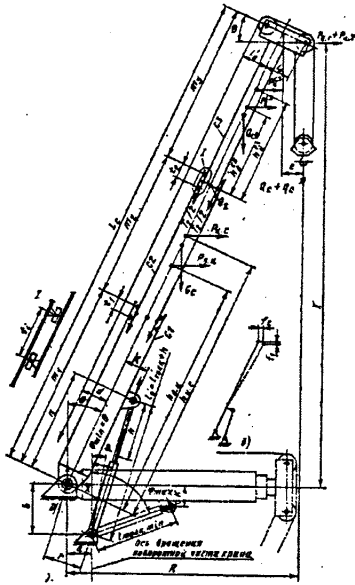
Modeli koji definišu lokalnu stabilnost su novijeg datuma. Nastali su kao posledica gubljenja lokalne stabilnosti uprkos činjenici da je zadovoljena globalna stabilnost.

Model koji može poslužiti za određivanje mesta vezivanja strele, dat u radu [1] prikazan je na slici 1.

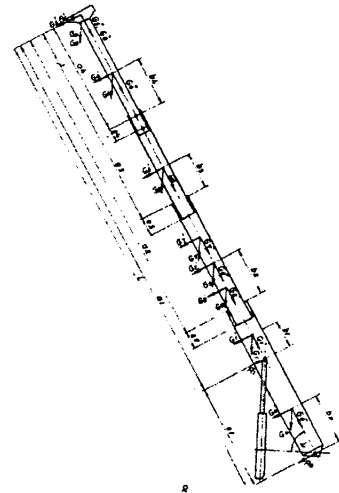


Slika 1.

Precizniji model strele autodizalice [1] daje mogućnost utvrđivanje parametara značajnih za lokalnu i globalnu stabilnost dat je na slici 2.

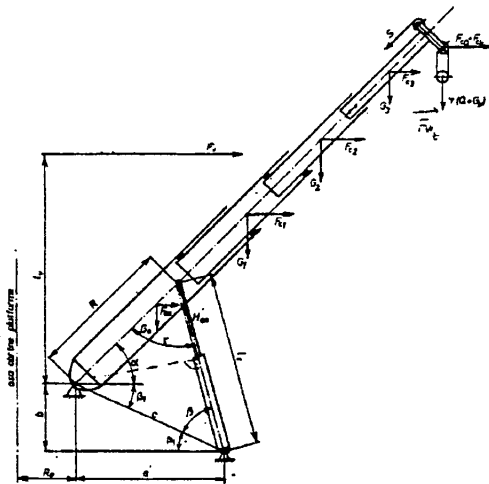


Slika 2.

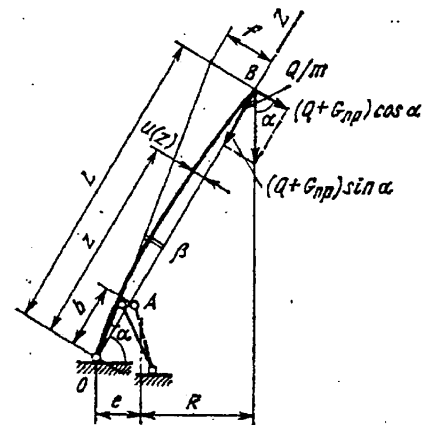


Slika 4.

Slični modeli korišćeni su za proračun i kod domaćih proizvođača autodizalica [2], [3] - "14 oktobar" Kruševac – slika 3 i MIN – Niš - slika 4.



Slika 3.

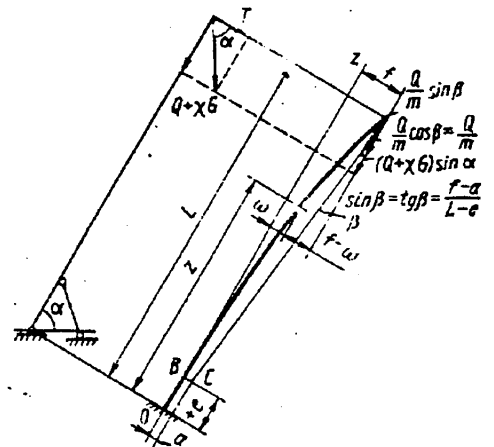


Slika 5.

Varijacijom malog broja parametara može se jednostavno i brzo izvršiti određivanje optimalnih parametara preseka konstrukcije. Jedan takav model [4], prikazan na slici 5, služi za definisanje optimalnih parametara preseka konstrukcije i minimalne krutosti preseka :

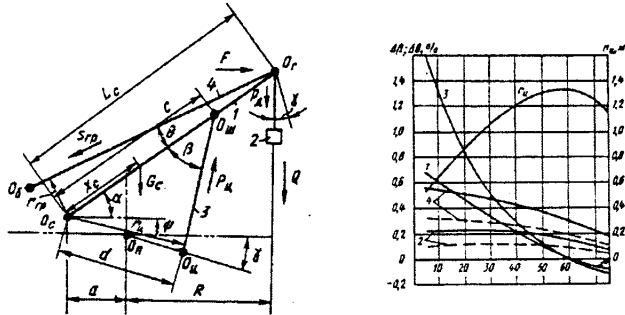
$$\min E \cdot I_x = \frac{(n \cdot Q + \chi \cdot G) \cdot L^2}{v^2} \cdot A$$

U radu [5] definisan je model za određivanje sili i deformacija u dve ravni (slika 6).

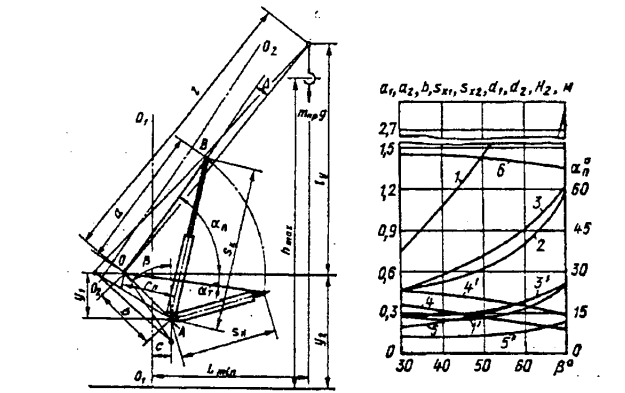


Slika 6.

U radu [6] analizirana je proračunska šema autodizalice, izračunate greške pri sračunavanju opterećenja i geometrijskih parametara u funkciji nagiba dizalice (slika 7). U radu [7] prikazan je model koji omogućava izbor pojedinih parametara dizalice (dužine segmenata, tačke oslanjanja, veze elmenata ...) za različite položaje strele (slika 8).

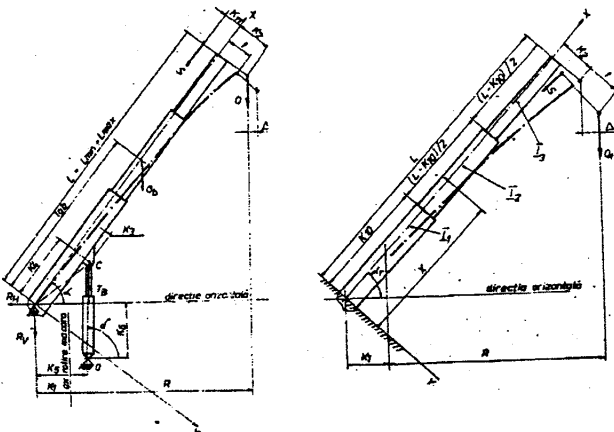


Slika 7.



Slika 8.

Sličan model razrađen je u radu [8] pri čemu su definisane kritične sile izvijanja u vertikalnoj i horizontalnoj ravni kao i neke vrednosti geometrijskih parametara (slika 9).

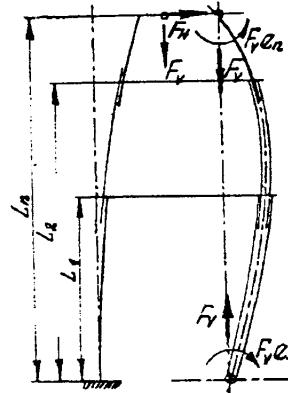


Slika 9.

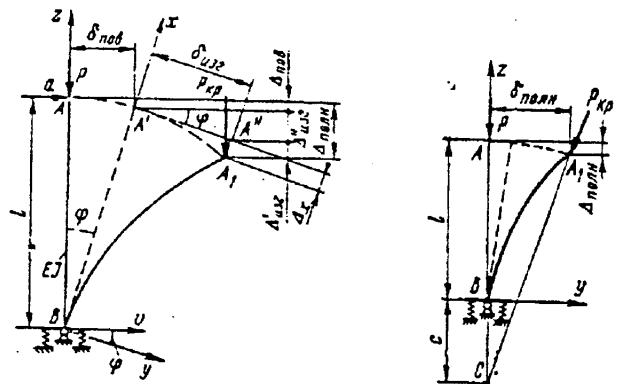
Model prikazan u radu [9] definiše savijanje strele u dve ravni, uticajne parametre stabilnosti kao

i broj i mesto veze hidrocilindara za izvlačenje segmenata (slika 10).

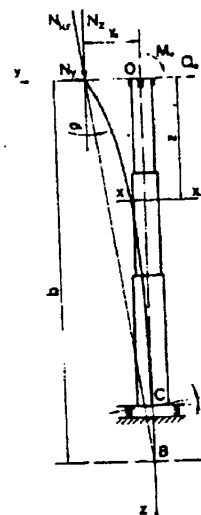
Formirani model ostvaren energetskom metodom [10] omogućava određivanje kritične sile izvijanja (slika 11), dok model u radu [11] daje analitički prikaz uticaja delovanja aksijalne sile i elastičnosti uklještenja na kritičnu silu izvijanja strele (slika 12).



Slika 10.



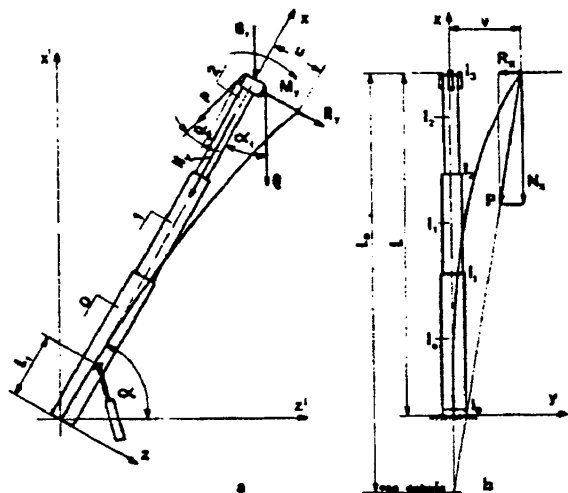
Slika 11.



Slika 12.

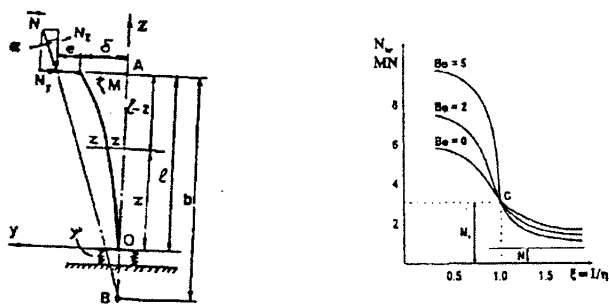
Tačnije vrednosti kritične sile izvijanja dobijene direktnom integracijom diferencijalne jednačine elastične linije uzimajući u obzir stepenastu promenu poprečnog preseka date su u radu [12] (slika 13).

Model [13] analitički pokazuje uticaj pravca i ekscentričnosti delovanja sile i elastičnosti uklještenja na kritičnu silu izvijanja i napone u streli



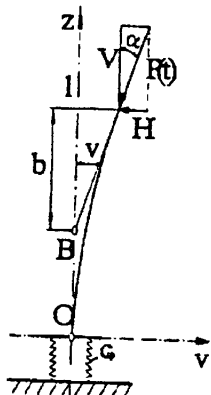
(slika 14).

Slika 13.



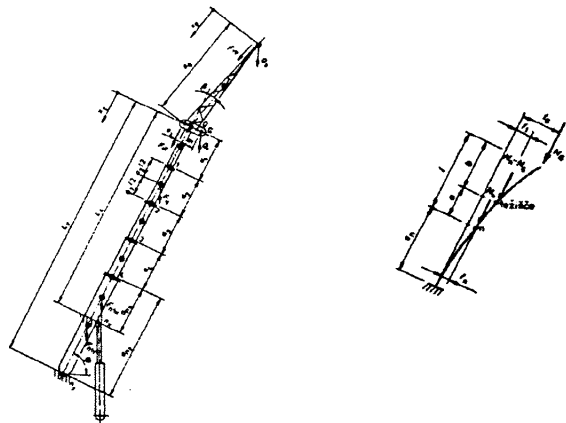
Slika 14.

Kritična sila izvijanja u funkciji elastičnosti oslanjanja [14] definisana je modelom prikazanim na slici 15.



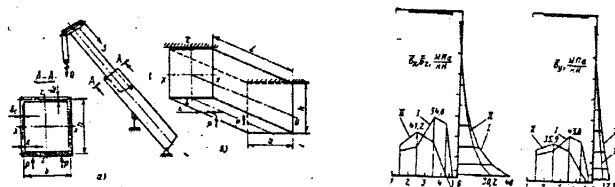
Slika 15.

Tačniji rezultati se dobijaju ako se model podeli na veći broj masa [15]. Za rešavanje većeg broja jednačina koristi se računar (slika 16). Sve češće se vrše istraživanja napona u zoni gde najčešće dolazi do plastičnih deformacija strele autodizalice.

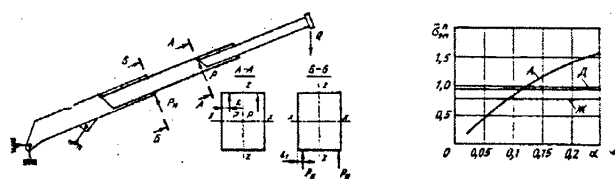


Slika 16.

Prilikom ovih istraživanja značajnu ulogu imaju računari i eksperimenti. Kritična zona plastičnih deformacija definisana je u radovima [16] i [17]. Vrednosti napona date su na slici 17 a zavisnost napona od ekscentriciteta ugrađenih klizača na slici 18.

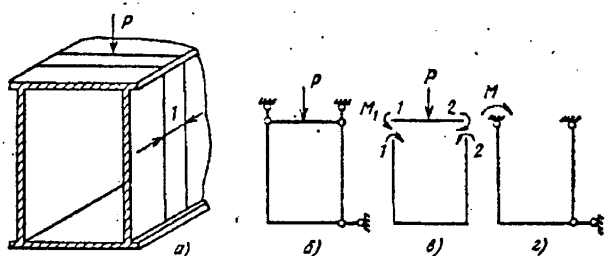


Slika 17.



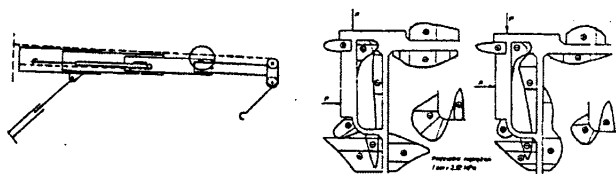
Slika 18.

Drugi pristup definisanja kritične zone [18] sproveden je razdvajanjem elemenata preseka strele (slika 19).



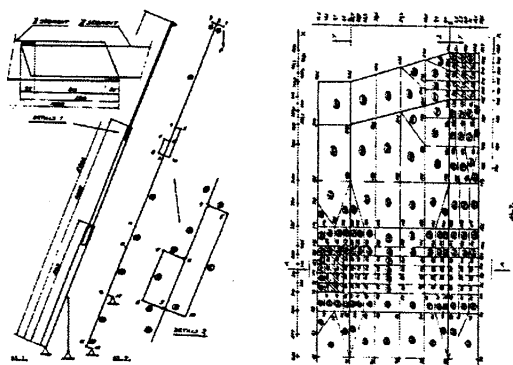
Slika 19.

U radu [19] (slika 20) razmotrena je kritična vrednost napona u kontaktnoj zoni dva segmenta pri čemu su vršena i merenja vrednosti napona u toj zoni.



Slika 20.

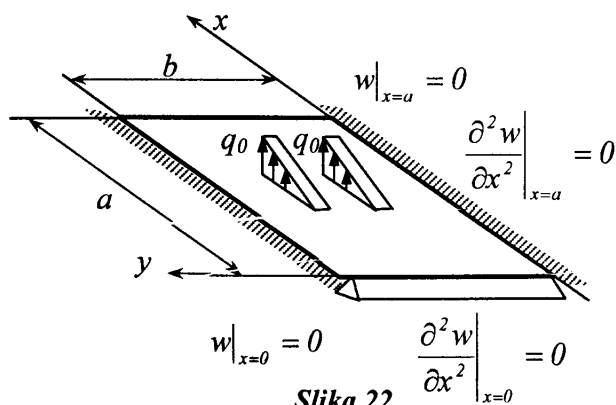
Slična razmatranja su sprovedena i u radu [20] (slika 21) gde je definisana zona sa najvećim naponima.



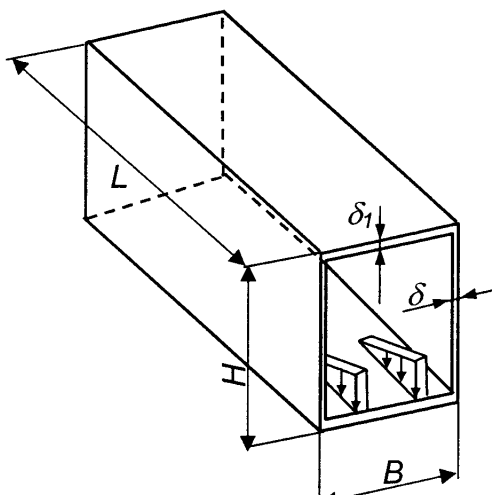
Slika 21.

Treba napomenuti da postoji veliki broj radova u kojima se dolazi do izvesnih rezultata korišćenjem metode konačnih elemenata ali oni ovde nisu navedeni. Za razliku od teorijskih modela, oni ne pokazuju jasne uzroke pojave skoka napona ili gubitka stabilnosti.

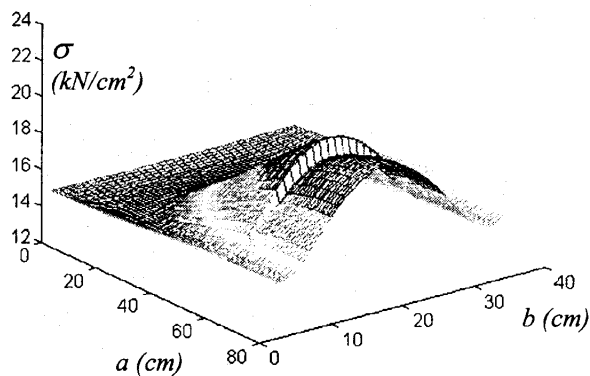
U radu [21] dato je nekoliko modela za proračun napona u kritičnoj zoni. Model za sračunavanje napona ispod zadnjeg klizača prvog segmenta strele prikazan je na slici 22, a model za sračunavanje napona ispod prednjeg klizača prvog segmenta strele prikazan je na slici 23.



Slika 22.



Slika 23.



Ovakvi modeli jasno pokazuju uzroke pojave velikih napona kao i zone gde su njihove vrednosti ekstremne.

6. LITERATURA

- [1] Александров М.П.: "Подъемно-транспортные машины", Издательство Высшая школа, Москва 1985.
- [2] Kelić V., Šoštakov R., Vladić J., Miletić P.: "Kvalitetna svojstva primene hidrostatičke transmisije kod viljuškara, autodizalica i valjaka", Časopis MAG, Ekonomska politika Beograd.
- [3] Stefanović D.: "Razvoj autodizalica u MIN-u", Drugo savetovanje "Građevinska mehanizacija u savremenoj praksi", Otočac ob Krki, Beograd 1977.
- [4] Запольский Н.Н. Адриенко Н.Н., Штейнберг Л.Б.: "Предварительный расчет телескопических стрел кранов", Издательство "Машиностроение", Строительные и дорожные машины, №5, Москва 1986.
- [5] Штейнберг Л.Б., Адриенко Н.Н., Запольский Н.Н.: "Расчет телескопических стрел пневмоколесных кранов", Издательство "Машиностроение", Строительные и дорожные машины, №8, Москва 1986.

[6] Васин Б.Г.: "Статическая оценка зон срабатывания ограничителя грузоподъемности на кране", Вестник Машиностроения №4, Москва 1990.

[7] Тимошенко В.К., Дубовик С.А.: "К выбору параметров стрелоподъемного механизма", Издательство "Машиностроение", Строительные и дорожные машины, №1, Москва 1984.

[8] Nikolae A.: "Consideratii privino posibilitatea etalonarii opra valori teoretice a limitatoarelor o moment care echipeaza macaralele cu brat telescopic", Al IV-lea simposium national de utilaje pentru constructii, Bucurest 1991.

[9] Kulesza A.: "Uwagi oo analizie wytrzymałościowej konstrukcji teleskopowych", Rozwoj podstaw budowy, eksploatacji i badan maszyn roboczych cieżkich-w tym budowlanuch Czeché I-Wroclaw 1987.

[10] Ряхин В.А., Цвей И.Ю., Бавалховский М.С.: "Металлические конструкции строительных и дорожных машин", Машиностроение, Москва 1972.

[11] Šelmić R., Vukobrat M.: "Analiza nekih uticaja na statičku stabilnost strele kрана", I Međunarodni naučni skup TM 93, Kruševac – Vrnjačka Banja 1993.

[12] Šelmić R., Cvetković P., Vukobrat M.: "Statička stabilnost teleskopske strele auto-dizalice", Sedmi stručni skup o transportnim procesima u industriji-SMEITS, Beograd 1984.

[13] Šelmić R.: "Prilog istraživanju izvijanja strele kрана", XIII-Međunarodni naučni skup Transport u industriji, Mašinski fakultet u Beogradu, Institut za mehanizaciju, Beograd 1994.

[14] Šelmić R., Mijajlović R.: "Optimum dimensions of trapezium cross-section in structures", XV ECPDICMHW, Belgrade 1998.

[15] Hercog A.: "Izračun upogibnih momentov v teleskopski ročici avtožerjava po teoriji II reda z računalnikom HO-41C", Strokovni bilten Metalne 1, Maribor 1984.

[16] Ряхин В.А., Гриверзирский Ю.В., Гольдин Ю.М. "Анализ местной нагруженности крановых телескопических стрел методом конечных элементов", Издательство Машиностроение, Строительные и дорожные машины, №4, Москва 1984.

[17] Ряхин В.А., Гриверзирский Ю.В., Зайцев Л.В., Мошкарев Г.Н. "Нагруженост крановых телескопических стрел", Издательство Машиностроение, Строительные и дорожные машины, №6, Москва 1984.

[18] Лифшиц В.Л., Трояновская Г.А., Воронова И.А.: "Снижение трудоемкости расчета металлоконструкций машин", Издательство Машиностроение, Строительные и дорожные машины, №2, Москва 1990.

[19] Bedzinski R.: "Elastooptyczne badania modeli slizgow wysiegnika zurawia samojezdnego", Rozwoj podstaw budowy, eksploatacji i badan maszyn roboczych cieżkich-w tym budowlanuch Czeché I-Wroclaw 1987.

[20] Petrov P.: "Primena metode konačnih elemenata za određivanje napona na najopterećenijim mestima teleskopske strele auto-dizalice", Osmi naučni skup o transportnim procesima u industriji – SMEITS, Beograd 1984.

[21] Savković M.: "Uticajni parametri na čvrstoću i stabilnost višesegmentnih strela dizalice", Doktorska disertacija, Mašinski fakultet Kraljevo 2001.

REZIME: U radu je dat pregled nekih modela za proračun strele autodizalice. Poseban osvrt je na modelima koji teorijski definišu uticajne parametre kao što su lokalna i globalna stabilnost strele i pojava skoka napona u karakterističnim delovima segmenta. U nekim radovima su osim teorijskog modela dati i modeli dobijeni metodom konačnih elemenata kao i eksperimentalni podaci koji potpuno definišu parametre koji se istražuju.

Кljučne reči: auto dizalica, strela, napon, stabilnost

CONTRIBUTION TO MODELLING OF AUTOCRANE BOOM

Summary: In this paper used models for calculation of autocrane boom are given. The emphasis is on models that theoretically define important parameters such as: local and global stability of boom and stress increase at characteristic parts of boom segment. Models gained by finite element method are also presented, as well as models formed by means of experimental data.

Key words: autocrane, boom, stress, stability

ПРИЛОЖЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЮ СТРЕЛ АВТОКРАНА

РЕЗЮМЕ: У работе проказаны используемые модели для расчета стрел автокрана. Значительное внимание уделено на моделях, которые теоретически показывают влияющие параметры, как например, местная и общая устойчивость стрел автокрана и местное повышение напряжения в особенных частях сегментов. В некоторых работах, кроме теоретических моделей проказаны и модели полученные методом конечных элементов, как и экспериментальные исследования, которые лучше показывают исследуемые параметры.

Ключевые слова: автокран, стрела, напряжение, устойчивость