

## ПРОГРАМНА СИСТЕМА ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ТОВАРВАНЕТО НА ОПОРНИЯ ЛАГЕР НА ВЪРТЕНЕТО НА ГОРНИЯ СТРОЕЖ ПРИ РОТОРНИ БАГЕРИ SRS 2000.28.3 (2X500 KW)+VR

**Здравко Илиев, Диана Ташева, Николай Дичев, Ангел Кинов**

*Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, 1700 София, E-mail: iliev@mgu.bg*

**РЕЗЮМЕ:** Разработен е програмен продукт за изчисляване на координатите на центъра на тежестта на горния строеж на роторните багери от тип SRs 2000. Работоспособността му е доказана чрез сравняване на резултатите с експериментално получени.

### PROGRAM SYSTEM FOR CALCULATION OF SLEWING BEARING LOAD OF BUCKET WHEEL EXCAVATORS SRS 2000.28.3 (2X500 KW)+VR

**Z. Iliev, D. Tasheva, N. Dichev, A. Kinov**

*University of Mining and eology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia E-mail: iliev@mgu.bg*

**ABSTRACT:** A program product has been elaborated for calculation of the center of gravity force coordinates of bucket wheel excavator SRs 2000 upperstructure. Its feasibility has been proven through comparison of data with the ones derived from experiments.

### УВОД

Стоманената носеща конструкция на роторните багери, както и основните им възли, се проектират да работят за срок от около 30 години. Този срок по принцип е приблизителен, тъй като зависи от много фактори свързани с използваните материали, със съответствието на условията на експлоатация с проектите, с обслужването, ремонта и др.

Съществува възможност този срок да бъде удължен за сметка на частична или пълна подмяна на част от носещите устройства, възли или агрегати (Russinski, Smolnicki und Kanczewski, 1997; Wocka, 1994). Ето защо в Мини „Марица-изток“ ЕАД започна поетапна рехабилитация на роторните багери от тип SRs 2000.28.3 (2x500 kW)+VR. Успоредно с рехабилитацията се извършват и дейности по модернизация и реконструкция, като например: пълна подмяна на ел.частта, замяна на двудвигателното задвижване на роторното колело с едновдигателно, подмяна на редуктори и др.

Рехабилитацията, модернизацията и реконструкцията на багерите е свързана с демонтаж и монтаж на конструктивни елементи и агрегати със значително тегло. Това води до промяна в местоположението на центъра на тежестта на горния строеж и създава предпоставки за нарушаване на стабилитета на багера.

Експлоатационната сигурност и дълготрайност на роторните багери зависи в голяма степен от уравнивяването на горния и долния им строеж (Rasper 1975). Пълно уравнивяване не е възможно поради влиянието на силите от копаене и теглото на изкопания материал, придвижван по гумено-лентовата транспортна система на багера. Тези сили съществуват само когато багерът работи и при това са променливи. Влияние оказват и положението на роторната стрела, наклона на площадката, силата на вятъра и други фактори.

Оценката на равновесното състояние на багерите може да се извърши експериментално и теоретично. Прилагането на първия подход налага провеждане на серия от относително тежки експерименти и е свързан с престой на багера. В много случаи се налага и разглеждане на множество варианти, което не може да се осъществи експериментално.

Тези проблеми не съществуват при теоретичния подход, но използването му изисква:

- отлично познаване на конструкцията на багера и неговото текущо състояние;
- познаване на предстоящите ремонтни дейности;
- извършване на значителни по обем изчислителни операции.

С цел улесняване на приложението на теоретичния подход беше разработена програмна система, работеща в интерактивен режим, която позволява динамично и

многовариантно извършване на изчисления за определяне на центъра на тежестта на горния строеж на роторните багери от тип SRs 2000.28.3.

## ПРОГРАМНА СИСТЕМА ЗА ИЗЧИСЛЯВАНЕ НА ЦЕНТЪРА НА ТЕЖЕСТТА НА ГОРНИЯ СТРОЕЖ НА БАГЕР SRs 2000.28.3 (2x500 kW)+VR

Разработеният програмен продукт "ST\_Rs2000" е предназначен за изчисляване на центъра на тежестта на горния строеж на роторните багери от тип SRs 2000 при ремонти и преустройства. В организационно отношение той включва четири работни листа, обособени по функционален признак.

Първите три са предназначени за задаване на информация и изчисляване на базови параметри съответно на роторната стрела, балансовата стрела и платформата на горния строеж. Работен лист четири отразява намерените резултати за центъра на тежестта на целия горен строеж.

Всеки един от първите три работни листа дава възможност за динамична промяна на зададените „по подразбиране“ параметри за тегло, надлъжни и напречни размери на всеки конструктивен елемент от съответния възел. След всяка корекция се извършва автоматично

преизчисляване на теглото и центъра на тежестта, както на дадения възел, така и на целия горен строеж на багера. Координатите на центъра на тежестта на горния строеж се определят многовариантно като се отчита:

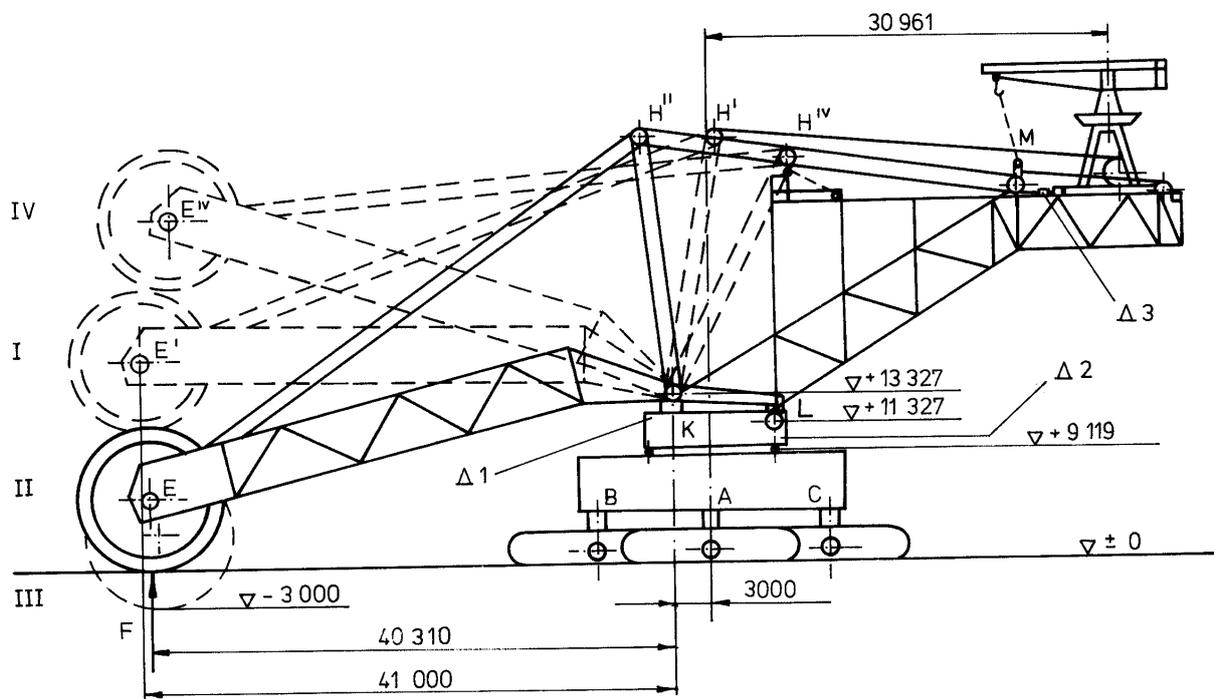
- a/ влиянието само на собственото тегло;
- b/ собственото тегло със замърсяване и полепване;
- c/ влиянието на работата с нормално натоварване;
- d/ работата с 30% претоварване.

Изчисленията се извършват при следните характерни положения на роторната стрела, приети като „изчислителни“ (фиг. 1):

- I. Роторната стрела е хоризонтална.
- II. Роторната стрела е спусната за работа на долно стъпало.
- III. Роторната стрела е долу за работа до ниво – 3m под площадката на багера.
- IV. Роторната стрела е горе и е окачена на шините от помощното окачване.

Резултатите се представят в табличен вид.

Програмната система е разработена в средата на Microsoft Excel и работи под управлението на операционната система Windows.



Фиг.1. Схема на „изчислителните“ положения на роторната стрела

## ИЗСЛЕДВАНЕ НА РАБОТОСПОСОБНОСТТА И ИЗПОЛЗВАНЕ НА ПРОГРАМНАТА СИСТЕМА

Чрез използване на програмната система за багер тип SRs 2000.28.3.0, инв. № 244, строителен № 604, работещ в рудник „Трояново-север“ на мини „Марица-изток“ ЕАД

беше определена вертикалната сила, натоварваща рамите и опорния лагер. Получените резултати са представени в таблица 1, като в изчислителен вариант IVa е взето предвид замърсяването на платформата.

Таблица 1

№ по ред	Вид на натоварването	Вертикална сила, натоварваща рамките и опорния лагер и нейните координати	Изчислително положение (фиг. 1)							
			Табл. №	I	Табл. №	II	Табл. №	III	Табл. №	IV
				Хоризонтална роторна стрела		На долно стъпало		Работи на 3 m под нивото на площадката		Окачена стрела
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
а	От собствено тегло	Сила, <i>kN</i>	12	9940,18	16	9940,18			21	9957,15
		Координата надлъжна, <i>x</i> , <i>m</i>		+1,26		+1,59				+1,92
		Координата напречна, <i>y</i> , <i>m</i>		-0,04		-0,04				-0,04
в	От собствено тегло + замърсяване и полепване	Сила, <i>kN</i>	13	10015,03	17	10015,03				
		Координата надлъжна, <i>x</i> , <i>m</i>		+1,03		+1,37				
		Координата напречна, <i>y</i> , <i>m</i>		-0,04		-0,04				
с	От собствено тегло + замърсяване и полепване + натоварване от работа с номинална производителност	Сила, <i>kN</i>	14	10523,31	18	10523,31	20	10523,31		
		Координата надлъжна, <i>x</i> , <i>m</i>		-0,90		-0,53				-0,25
		Координата напречна, <i>y</i> , <i>m</i>		-0,02		-0,02				-0,02
d	От собствено тегло + замърсяване и полепване + натоварване от работа с 30% увеличена производителност спрямо номиналната	Сила, <i>kN</i>	15	10780,21	19	10780,21				
		Координата надлъжна, <i>x</i> , <i>m</i>		-1,91		-1,52				
		Координата напречна, <i>y</i> , <i>m</i>		-0,01		-0,01				

Анализът на резултатите от изчисленията показва, че приложената точка на резултантната сила от теглото на горния строеж, теглото на изкопания материал в роторното колело и роторната лента, както и от вертикалната компонента на силата на копаене, не излиза от ядрото и е разположена откъм страната на роторната стрела (случай на натоварване "с").

От данните за случаи "b" и "с" се вижда, че приложената точка на резултантната сила се премества от  $\sim +1\text{ m}$  при покой до  $\sim -1\text{ m}$  при работа с номинална производителност и номинално натоварване на задвижването на роторното колело. Като се прибави и динамичната компонента, е вероятно натоварването на предната част от опорния лагер да доведе до по-бързото му износване.

От таблицата се вижда, че в случаите "I d" и "IV a" приложената точка на равнодействащата излиза извън ядрото на сечението.

Освен координатите на центъра на тежестта на горния строеж на багера, бяха изчислени и реакциите в опорните точки К и L (фиг.1), които характеризират натоварването на опорния лагер. Беше установено, че при подемна сила под роторното колело  $F$ , изменяща се в границите от 0 до  $805,90\text{ kN}$ , реакцията в точка К се изменя от  $4539,93\text{ kN}$  до нула, а в шарнирните опори – от  $7992,42\text{ kN}$  до  $4259,64\text{ kN}$ .

Използването на програмната система позволи да бъде извършена оценка и на други параметри, като:

- натоварването на горния строеж на багера;
- силата, при която започва отваряне на разпадащата се шайба;
- натоварването на подемния полиспаст .

За багер тип SRs 2000.28.3.0, инв. № 244 те бяха определени и експериментално (Отчет по договор № 1836 „Изследване на носещата стоманена конструкция на багер SRs 2000 за определяне на остатъчния и ресурс”, 2004).

Резултатите са представени в таблица 2.

Таблица 2

Параметър	Стойност, определена		Грешка [%]
	експериментално	числено	
Тегло на горния строеж [t]	1016,269	1013,25	0,297
Сила, при която започва отваряне на разпадащата се шайба [kN].	818,62	805,90	1,554
Натоварване на подемния въжен 40-кратен полиспаст [kN].	4499,24	4610,32	2,469

Разликите в намерените стойности при използване на двата подхода не надхвърлят 2,5%, което дава основание да се приеме, че разработената програмна система може ефективно да бъде използвана в практиката при извършване на ремонти, преустройства и модернизации на роторните багери от тип SRs 2000.28.3 (2x500 kW)+VR.

Програмният продукт е предаден за ползване в мини „Марица-изток” ЕАД.

#### ЛИТЕРАТУРА

Отчет по договор № 1836 „Изследване на носещата стоманена конструкция на багер SRs 2000 за

определяне на остатъчния и ресурс”, НИС при МГУ „Св. Иван Рилски”, 2004.

Rasper L., *The Bucket Wheel Excavator*, Trans. Tech. Publication, Clansthal, Germany, 1975.

Russinski E., Smolnicki T. und Kanczewski, *Gesichtspunkte zur sanierung der Stahlkonstruktion von Schufelradbaggern*, Trans Tech Publication №5, 1997.

Wocka N., *Tagebaugrossgerate nach langem Betrieb – Verlangerung der Lebensdauer oder Abschaffung*, Gornictwo Odkriwkowe XXXVI/1994.

Стандарт TGL 13500.

Стандарт DIN 22261.

Препоръчана за публикуване от катедра “Автоматизация на минното производство”, МЕМФ