

STATISTICAL ANALYSIS OF CRACKS AND DEFECTS ON THE BEARING STEEL STRUCTURES OF THE SRs 2000 TYPE BUCKET WHEEL EXCAVATORS WITH A SIGNIFICANTLY USED RESOURCE

Stanislav Georgiev

University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”, Sofia, e-mail: georgiev@abv.bg

Abstract. The research object of the present work aims to reveal the relationship between the technical condition of the steel supporting structure and the elements and nodes on which the stability of rotary excavators type SRs 2000 depends on their service life. The research mainly covers the steel supporting structure of the excavators, because the durability of the machines depends on it, due to the fact that the drives, mechanisms, and electrical equipment installed on it are subject to replacement, modernising, and repair, which cannot be carried out on all supporting structures. In addition to the supporting structure, accompanying units were inspected, such as: the running mechanism, the lifting mechanism, the rotation mechanism of the superstructure, etc., because their technical condition significantly affects the load on the supporting structure and the stability of the excavator.

Key words: bucket wheel excavator, SRs 2000, steel structure, cracks, defect analysis.

СТАТИСТИЧЕСКИ АНАЛИЗ НА ПУКНАТИНИ И ДЕФЕКТИ ПО НОСЕЩИТЕ СТОМАНЕНИ КОНСТРУКЦИИ НА РОТОРНИТЕ БАГЕРИ ТИП SRs 2000 СЪС ЗНАЧИТЕЛНО ИЗРАЗХОДВАН РЕСУРС

Станислав Георгиев

Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, 1700 София

РЕЗЮМЕ. Представеното в настоящата разработка изследване има за цел да разкрие връзката между техническото състояние на стоманената носеща конструкция на роторни багери тип SRs 2000 и срока им на експлоатация. Изследването основно обхваща стоманената носеща конструкция на багерите, тъй като от нея зависи дълготрайността на машините, поради това че монтираните на нея задвижвания, механизми и електросъоръжения подлежат на подмяна, модернизация и ремонт, което не може да бъде осъществено на всички носещи конструкции. Освен носещата конструкция, огледани са и съпътстващи възли като: ходов механизъм, подемен механизъм, механизъм на въртене на горния строеж и др., защото тяхното техническо състояние оказва съществено влияние на натоварването на носещата конструкция и от тях също зависи стабилитета на багера.

Ключови думи : роторен багер, SRs 2000, стоманена конструкция, пукнатини, анализ на дефекти.

Въведение

За по-добро онагледяване на пукнатините в стоманената конструкция е използван капилярният метод. Той се основава на свойството на някои течности (пенетранти) да проникват в кухини и пукнатини под действието на капилярните сили и да остават там след отстраняване на течността от повърхността на материала. Този метод е надежден и показателен за откриване на цепнатини, отварящи се на повърхността. По този начин могат да бъдат открити пукнатини с много малки размери. Поради използването на този метод в някои от снимките пукнатините са оцветени в червен цвят на бял фон.

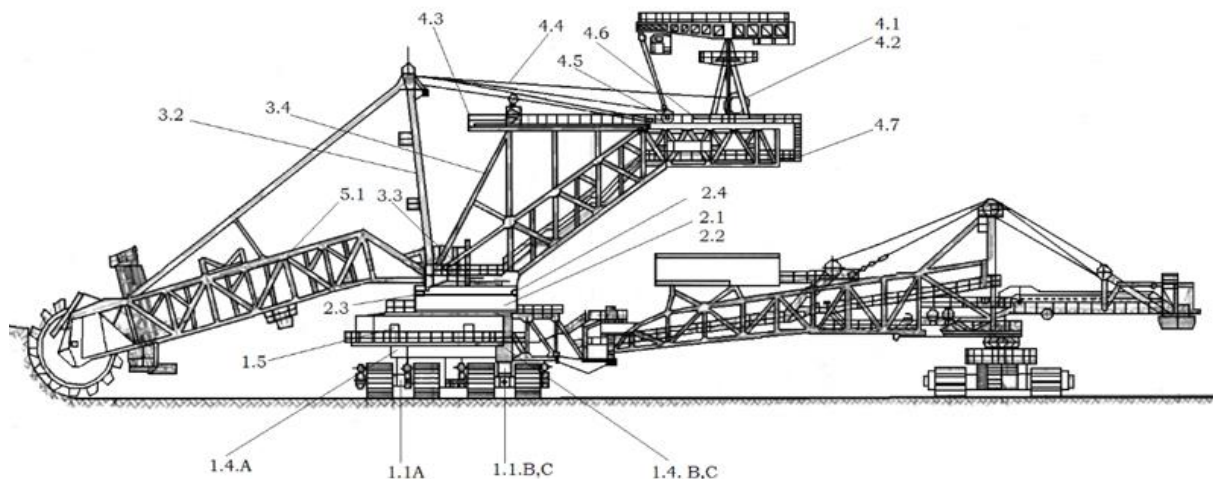
В световната практика са се наложили две концепции относно ремонтът и възстановяването на носещите стоманени конструкции на големите роторни багери. Първата е, че те не подлежат на възстановяване и след изтичане на техния технически ресурс би трябвало багерът да бъде спрял от експлоатация и бракуван (Недялков, Минин, Савов, 2016). Втората концепция се основава на

схващането, че носещата стоманена конструкция подлежи на частична и пълна рехабилитация. Трябва да се има предвид, че горният строеж на багерите старее по-бързо от долния. Това се дължи на факта, че неговата конструкция е по-лека и по-натоварена динамично. Долният строеж има по-стабилна конструкция, която е натоварена почти статично. Тези особености благоприятстват рехабилитацията на роторните багери.

Въпреки, че стоманените носещи конструкции са проектирани за срок на служба от около 30 години, този срок е относителен защото зависи от доброто ниво на производство, експлоатация и ремонт на багерите.

Анализите и препоръките, направени в настоящата разработка, са на база на предположението, че роторните багери са обслужвани и ремонтирани през времето на експлоатация на високо техническо ниво, за което говори фактът, че част от тях са надвишили предписания от производителя срок на служба.

Анализът е направен на базата на периодични огледи на 13 броя багери SRs 2000. В таблица 1 са показани данни за ресурса на машините.

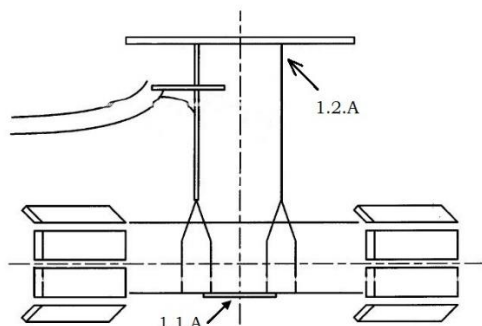


Фиг. 1. Общ изглед на роторен багер с показани основни възли

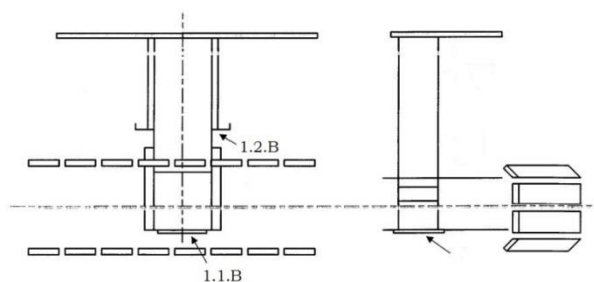
Таблица 1. Ресурсна оценка на багерите SRs 2000.

№	Тип на багерите	Пробег, години	Изразходван ресурс, години	Остатъчен ресурс, години
1	SRs 2000	30	23.9	13.8
2	SRs 2000	19	13.6	28.4
3	SRs 2000	13	10.4	27.1
4	SRs 2000	22	15.9	25.5
5	SRs 2000	21	18.4	15.8
6	SRs 2000	19	15.4	21.7
7	SRs 2000	17	16.2	15.5
8	SRs 2000	28	25.8	6.8
9	SRs 2000	26	23.7	9.2
10	SRs 2000	24	19.4	17.7
11	SRs 2000	25	24.1	7.2
12	SRs 2000	22	18.5	17.2
13	SRs 2000	16	15.0	17.0

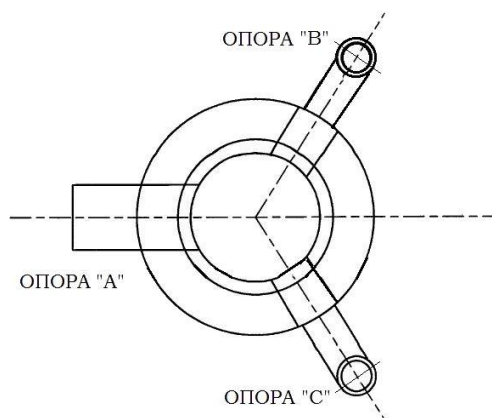
На следващите фигури са показани някои от местата на осъществените огледи върху роторни багери SRs 2000, като със тънки линии (стрелки) са показани местата на огледите. Схематично тези места са показани и на фигури от 2 до 12.



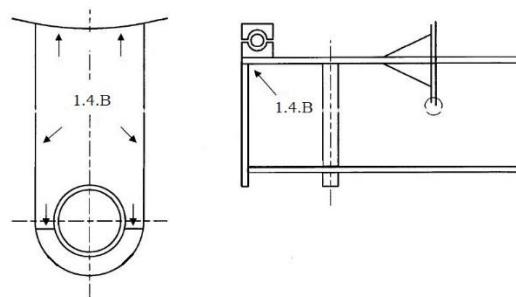
Фиг. 2. Опора „А“.



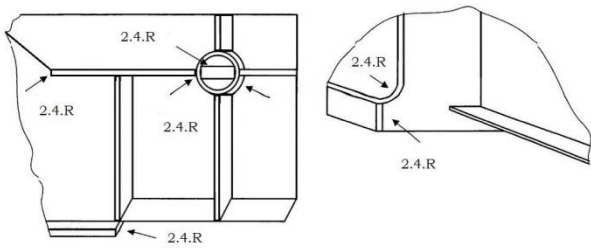
Фиг. 3. Опори „В“ и „С“.



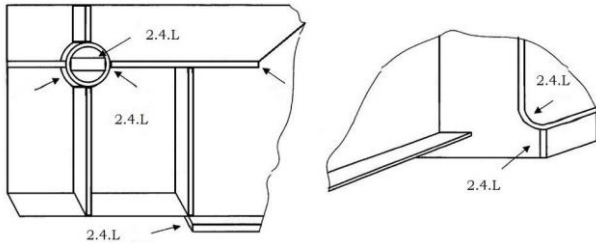
Фиг. 4. Разположение на опорите отвътре.



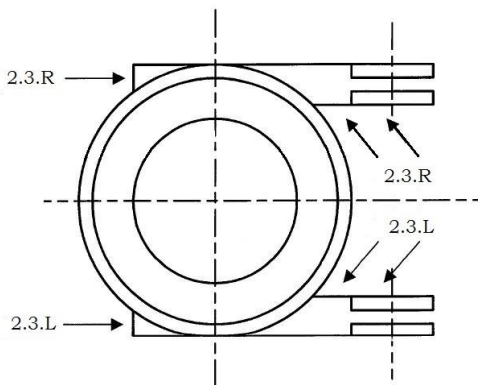
Фиг. 5. Опора „В“ и „С“ отвътре.



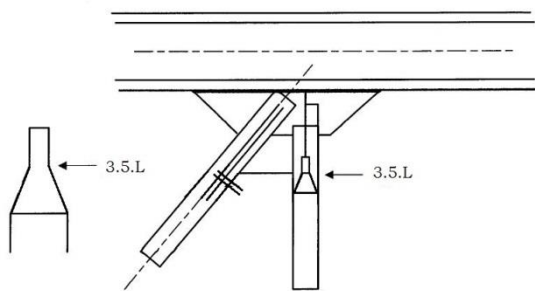
Фиг. 6. Шарнир десен на „разпадащата се шайба“.



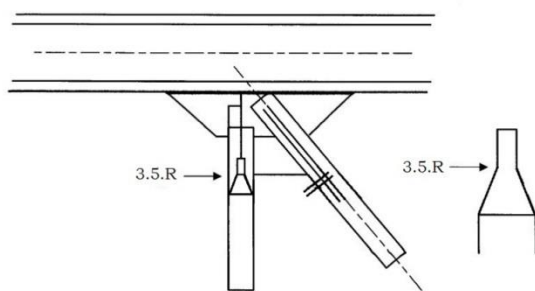
Фиг. 7. Шарнир ляв на „разпадащата се шайба“.



Фиг. 8. Стъпки на „разпадащата се шайба“.

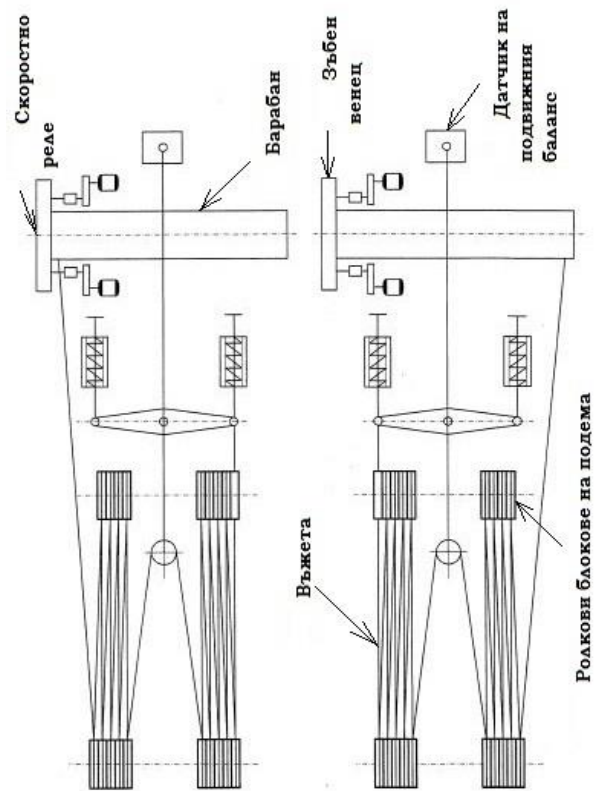


Фиг. 9. Ляво събиране на профилите на балансната стрела.



Фиг. 10. Дясно събиране на профилите на балансната стрела.

На фиг. 11 са показани местата на оглед на подемната система на роторните багери тип SRs 2000, разположени върху и зад балансната кабина на машината.



Фиг. 11. Точки на оглед на подемната система на багер SRs 2000.

Резултати от огледа на отговорните възли за стабилитета на багери SRs 2000

Намерените дефекти, пукнатини и други проблеми са показани в таблица 2, като багерът е разделен на няколко основни възли: долен строеж опори, долен строеж кръгова стена, междинна площадка, горен строеж, баланс и роторна стрела.

Таблица 2.

Дефекти в долен строеж опори (бр)	Дефекти в долен строеж кръгова стена (бр)	Дефекти в междинна площадка (бр)	Общо дефекти (бр)	№ багер	Пробег на багера (год.)
5	3	4	12	1	30
3	1	1	5	2	19
3	2	3	8	3	22
1	1	1	3	4	13
2	3	3	8	5	21
2	1	2	6	6	19
2	1	2	5	7	17
4	3	4	11	8	28
4	3	3	10	9	26
3	3	3	9	10	24
3	3	3	9	11	25
2	3	3	8	12	22
1	2	1	4	13	16

Пукнатини и дефекти в горен строеж, баланс и роторна стрела не са наблюдавани. На същата таблица са показани дефектите обобщено на всеки багер, както и годините на експлоатацията им. Резултатите от измерванията, показани в таблица 2, са статистически обработени посредством програмата STATGRAFICS с цел да бъде получен модел, даващ връзката между броя дефекти и експлоатационния ресурс на багерите.

Параметрите на получения регресионен модел с включена константа са показани в таблица 3.

Таблица 3. Параметри на модела

Параметри	Стойност	Станд. грешка	Т-статистика на Стюдънт		Р Критерий
Константа	-0,4922	0,6112	-7,345		0,000
У, год	0,5546	0,0275	20,143		0,000
	Сума от квадрати на модела	Степени на свобода	Средно квадрати на модела	F Критерий	Значимост на F
Модел	88,82	1	88,82	405,73	0,000
Остатък	2,4081	11	0,2189		
Общо	91,2308	12			
Коефициент на множествена корелация				97,36%	
Коригиран коефициент на множествена корелация				97,1205%	
Стандартна грешка				0,467887	
Средна абсолютна грешка				0,311954	
Статистика на Дърбън-Отсън				2,05599 (P=0,4022)	
Остатъчна автокорелация				0,0618699	

Полученият регресионен модел може да бъде онагледен със следната формула :

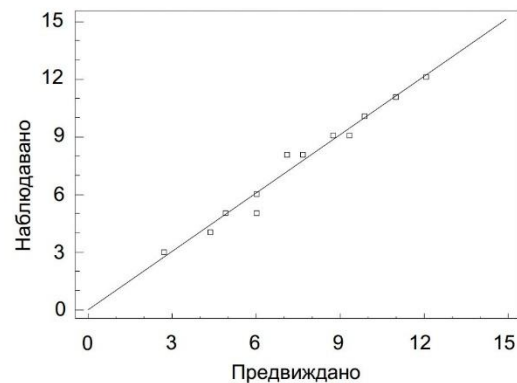
$$i = -4,922 + 0,5546 \cdot Y, \text{броя} \quad (1)$$

Разглеждайки параметрите на този модел се вижда, че коефициентът на множествена корелация R^2 е 97,36%, а коригираният коефициент на множествена корелация е

$$R^2(\text{adj}) \text{ е над } 97\%.$$

Стойността на показателя на доверителна вероятност (**P-критерий**) за модела е под критичната, също и за константата е под критичната **0,05**, т.е. може да се приеме, че моделът е адекватен.

На фиг. 13 е показана графично връзката между експерименталните данни и линията на модела.



Фиг. 13. Връзка на модела с експерименталните параметри

Изводи

От получените резултати може да бъде направен извод, че съществува връзка между срока на служба на роторните багери и натрупването на дефекти и пукнатини по стоманената конструкция, от която зависи стабилитета на машините.

Литература

- Добровский, Н. Г. 1972. *Многокошовых ескаваторы*, Москва, Машиностроение.
- Недялков, П., И. Минин, С. Савов. 2016. Относно оценката на ресурса на многокофовите багери, *Годишник на МГУ „Св. Иван Рилски“*, 59, Св. III, София, 10-14, ISSN 1312-1820.
- Razper, L. 1975. *The bucket wheel Excavator*, Trans. Tech. Publication Clanshal.