

ИЗПОЛЗВАНЕ НА TCK SYSTEM ЗА АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО НА СТОМАНЕНИТЕ ВЪЖЕТА НА НАСИПООБРАЗОВАТЕЛ A₂RS-B5000.67

Здравко Илиев¹, Диана Дечева²

¹ Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, E-mail: iliev@mgu.bg

² Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, E-mail: decheva@mgu.bg

РЕЗЮМЕ: Статията представя изследване на техническото състояние на въжетата на насипообразувател A₂RS-B5000.67, извършено с TCK Analysis System.

USING THE TCK SYSTEM FOR ANALYSIS OF STATE OF THE WIRE ROPES OF THE SPREADER TYPE A₂RS-B5000.67

Zdravko Iliev¹, Diana Datcheva²,

¹ University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, e-mail: iliev@mgu.bg

² University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, e-mail: decheva@mgu.bg

ABSTRACT: The paper presents a study of the technical condition of the ropes of the spreader type A₂RS-B5000.67, made by TCK Analysis System.

Въведение

Стоманените въжета заемат важно място в конструкцията на големите минни машини, работещи в откритите рудници. От тяхното състояние в значителна степен зависи стабилитета на роторните багери и насипообразуватели. Скъсването на някои въжета може да доведе до пълно разрушаване на тези скъпи машини. Поради тази причина контролът на състоянието на носещите и поддържащи метални въжета е от съществено значение. Той трябва да се извършва периодично при всички действащи машини. Освен това при рехабилитация и модернизация на роторните багери и насипообразуватели трябва да се извършва и оценка на необходимостта от подмяна на въжетата.

Методи за контрол на техническото състояние на стоманените въжета

За контрол на техническото състояние на въжетата се прилагат следните методи (Йончев, 2006):

- визуален;
- изпитване в специализирани лаборатории;
- инструментален (известен още като безразрушителен или дефектоскопски).

Визуалният метод се отличава със своята простота на реализация и дава преки резултати. Същността му се състои във внимателно оглеждане на въжето, движещо се със скорост по-малка от 0,25 метра в секунда. Приложението му се ограничава от:

- необходимостта въжето да бъде почистено от смазка и други замърсявания по повърхността, което в работни

условия трудно може да се реализира. Неизпълнението на това изискване може да доведе до неоткриване на съществени дефекти като деформирани, износени и скъсани нишки, корозия и др. ;

- неприложимост при въжета със закрыта конструкция;
- невъзможност да бъде получена количествена оценка на състоянието на въжето;
- невъзможност за определяне на степента на намаляване на напречното сечение на отделните жички, както и за откриване на скъсани такива във вътрешността на въжето;
- наличие на субектизъм при оценката.

В специализирани въжеизпитателни лаборатории могат да се определят якостните качества на въжетата на база на предоставен отделен участък от тях. Оценката е свързана с разрушаване на изследвания образец. Основен недостатък е фактът, че изследвания участък не гарантира представителна извадка и обективни изводи за състоянието на цялото въже. Методът е неприложим за оценка на състоянието на стоманените въжета на работещи минни машини.

За получаване на информация за състоянието на въжетата по цялата им дължина, без да се налага тяхното демонтиране се прилага инструменталният подход. Той спада към така наречените безразрушителни методи.

Извършването на безразрушаващ контрол на стоманени въжета чрез използване на апаратура, чието действие се основава на проникващи гама и рентгенови лъчи, ултразвук, виброакустика, вихрови токове, магнитна индукция и др., е получило широко разпространение.

Рентгеноскопията е метод, който е трудно приложим за контрол на стоманени въжета. Причината е наличието на кухини между жичките и дилките на въжето. Същото се отнася и за апаратите, използващи гама лъчи.

Ултразвуковият метод е може да бъде използван при еднородност на контролирания материал, което го прави също неподходящ за приложение при нееднородни стоманени въжета.

Виброакустичният метод се базира на изследването на напречните и надлъжни трептения на въжето. Приложим е при подечните уредби, но е неудобен за контрол на стоманените въжета на багерите и насипообразователите поради сложните схеми на прехвърляне на въжетата през ролките и полиспастите.

Магнитоиндуктивният метод се основава на измерване на разсейването на магнитния поток в местата на повредата. Използват се два метода за намагнитване на стоманеното въже:

а/ чрез променливо поле, създавано от електромагнит, захранван с променлив ток (АС метод);

б/ чрез постоянно магнитно поле, създавано от електромагнит, захранван от постоянен ток (ДС метод).

АС методът открива по-точно намаляването на сечението на въжето вследствие на износване на жички и на корозия, но отчита по-неточно скъсаните жички. Показанията на уредите, използващи този метод не зависят от скоростта на движение на въжето. Същевременно те имат по-ниска чувствителност към вътрешни дефекти, дължаща се на така наречения повърхностен ефект

При прилагане на постоянно-токовия метод се достига голяма напрегнатост на магнитното поле, на практика до пълно магнитно насищане. Така се получава постоянен магнитен поток по цялото сечение на изследваното въже, а това спомага за откриване на вътрешни повреди при въжета с голямо напречно сечение. ДС методът е по-чувствителен към локални повреди и по-слабо чувствителен по отношение на промените в сечението.

В много съвременни дефектоскопи вместо електромагнити се използват постоянни магнити, което опростява конструктивно апарата и обслужването му.

Извършеният преглед на методите за диагностика показва, че за целите на изследване на състоянието на стоманените въжета на роторните багери и насипообразователи е целесъобразно използване на магнитоиндуктивния метод.

Апаратите, базирани на него препърляха бурно развитие в последните десетилетия. Повиши се тяхната точност, чувствителност и сигурност. Повечето от тях на практика представляват интелигентни измервателни устройства, които освен прякото измерване имат функции, позволяващи анализ на резултатите, архивиране, автоматично формиране на протоколи от изследването и др. Това позволява съставяне на документи с обективни данни от тестване на въжетата и лесна съпоставимост на резултати с тези от предишни измервания с цел проследяване на

състоянието на въжетата за определен период от експлоатацията им.

В последните години (<http://www.tck-cn>) с използване на магнитоиндуктивния подход успешно се изграждат системи за автоматичен контрол на състоянието на въжетата в реално време.

Дефектоскоп ТСК-ВХ55

Фирмата TCK Wire Rope Inspection Technology Co., Ltd предлага съвременна апаратура за контрол на стоманени въжета, работеща със слаби магнитни полета. За инспекция на въжета с диаметър от 24 до 46 mm е подходящо да се използва устройството ТСК-ВХ55. То има следните характеристики (ТСК-ВХ55, техническа документация):

- чувствителност - 5 Volt/Gauss;
- скорост на движение при инспекцията - 0-8m/s (до 30m/s);
- голяма разрешаваща способност - процент на несигурност в количественото определяне на повреди (загуба на метал, скъсани или деформирани жички) <0.5% ;
- точност на локализация на грешката - 100 mm на 100 метра;
- количествена проверка на процента на загуба на метал в напречното сечение (LMA), причинени от външни или вътрешни повреди / скъсване на проводник (LF), корозия, износване, умора и натиск/;
- инструменталният контрол завършва с протокол - експертиза, в който се аргументира заключение за бракуване или продължаване на срока на работа на въжето;
- малко тегло – всеки апарат тежи не повече от 2 kg;
- батерийно захранване, осигуряващо 8 часа непрекъсната работа;
- онлайн система за автоматична калибрация;
- водоустойчив дизайн;
- притежава функция за самодиагностика;
- интегриран микрокомпютър и софтуер в устройството;
- не е необходима връзка с персонален компютър или друго устройство.

Прилаганата от ТСК технология за безразрушителна инспекция на състоянието на въжетата се базира на няколко иновации (<http://www.kingyoup.com>):

- нова теория за резултантния вектор на пространственото магнитно поле;
 - откриване и приложение на нов метод на "слабите магнитни полета";
 - използване на нова високочувствителна технология, свързана с приложението на сензор на Доу.
- Благодарение на това, ТСК успешно решава два трудни проблема в областта на безразрушителна инспекция:
- количествено определяне на различни дефекти на стоманеното въже;
 - онлайн проверка за наличие на "умора" вътре в металното въже.

Преносимата апаратура за безразрушително изпитване на стоманени въжета се състои от портативно намагнитващо устройство ТСК-RC (фиг.1) и преносимо тестващо устройство ТСК-ВХ (фиг. 2).

ТСК-RC служи за намагнитване на въжето преди всяка

операция по калибриране или тестване. То е изградено на база на специално подбран постоянен магнит.



Фиг. 1. TCK-RC



Фиг. 2. TCK-BX

Преносимото тестващо устройство е предназначено да измерва и анализира характеристиките на магнитното поле на въжето, получено след намагнитването. Основният измервателен компонент са 6 радиално разположени датчици на Доу. Те, по данни на фирмата производител, са детектори на слаби магнитни полета с 75000 по-висока чувствителност от най-добрите датчици на Хол и се явяват най-иновативната разработка в тази област.

За измерване на изминатите разстояния се използва одометър, с помощта на който се определя местоположението на откритите дефекти.

Уредът е снабден със защитни капаци, които го предпазват от пръскане на маслени капки, а системата от направляващи ролки автоматично запазва изпитваното стоманено въже в центъра на намагнитващото или измерващо устройство.

Резултати от проведените изследвания

Във връзка с предстояща рехабилитация и модернизация на насипообразувател А₂RS-B5000.67 беше извършено изследване на състоянието на окачващите въжета на изхвърлящата му стрела. Визуалният оглед на достъпните за това участъци показва, че въжетата са силно корозирали (фиг.3). За да се установи степента на повредите вследствие на корозията и други фактори, беше извършена инспекция с помощта на TCK-BX55 (фиг. 4). Това даде възможност за обективна оценка за наличието на дефекти по цялата дължина на въжето.



Фиг. 3. Част от корозирало опъвателно въже.

Данните, получени от инспекцията са обработени с TCK Analysis System. За всяко от изследваните въжета са генерирани:

- таблица на повредите – указваща позицията, стойността и типа на повредата, както и еквивалентното намаляване на диаметъра на въжето (фиг. 5);
- таблица за степента на повредата – даваща информация за броя и тежестта на повредите и формулирана препоръка за подмяна на въжето (както е в случая), за безпроблемна бъдеща експлоатация или засилен контрол (фиг. 6);



Фиг. 4. Инспекция с TCK-BX55

- таблица на типовете повреди – LF (локална повреда, най-често скъсани телчета), LMA (загуба на метал в следствие корозия и изтриване), комбинирани или други (евентуално смачкване) (фиг. 7).

Освен в табличен вид, резултатите от инспекцията могат да се представят и графично. На фиг. 8 е представена част от графиката, получена при обследване на въже номер 2. От нея се вижда, че съществени дефекти във въжето са диагностицирани в долния му край в близост до свързването му към изхвърлящата стрела.

Аналогични са резултатите от изследване на въжета 1 и 3. Основните проблеми се диагностицират в тяхните крайща.

При въже № 4 освен проблемни области в края на въжето има открити множество неизправности, свързани с корозия и загуба на метал по цялата му дължина (фиг. 9).

TCK Wire Rope Inspection Technology Co. Ltd

Table of Flaw Sequence

Wire Rope State					
Rope:	11	Test Length:	16.5 M	Length of Lay:	0
Times:	3	Sampling No.:	1404	Benchmark:	353
Table:	Table of Flaw Sequence	Length Display:	0~16.5 M	Test Date:	20012-7-31
		Specs:	01*16-032	Magneziation Date:	2000-1-1
				Upper Limit:	10%
				Max Spot Pos.:	16.5 M
				Max Value:	18.60%
				Total Flaws:	4

Serial	Flaw_Position_M	Flaw_Value	Type	Broken_Wire_Equivalent	Dia_Contraction_Equivalent
1	8.31	4.87	LMA		0.79
2	15.16	.72	LMA		0.12
3	15.28	1.46	Combined		0.24
4	16.18	18.60	Combined	3	3.13

Фиг. 5. Таблица на повредите

TCK Wire Rope Inspection Technology Co. Ltd

Table of Flaw Degrees

Wire Rope State					
Rope:	11	Test Length:	16.5 M	Length of Lay:	0
Times:	3	Sampling No.:	1404	Benchmark:	353
Table:	Table of Flaw Degrees	Length Display:	0~16.5 M	Test Date:	20012-7-31
		Specs:	01*16-032	Magneziation Date:	2000-1-1
				Upper Limit:	10%
				Max Spot Pos.:	16.5 M
				Max Value:	18.60%
				Total Flaws:	4

Serial	Degree_of_Flaw	Quantity_of_Flaws	Remark
1	Slight	2	15%-30% of Upper Limit
2	Medium	1	30%-60% of Upper Limit
3	Serious	0	60%-80% of Upper Limit
4	Severe	0	Above 80% of Upper Limit and Below Upper Limit
5	Over Limit	1	Above or equals to Upper Limit
6	Conclusion	Stop Using	
7	Flaw Upper Limit	10%	

Фиг. 6. Таблица за степента на повредите

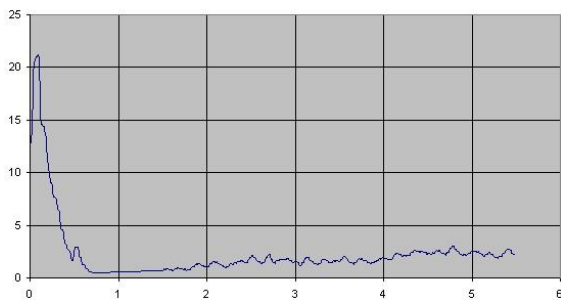
TCK Wire Rope Inspection Technology Co. Ltd

Table of Flaw Type Analysis

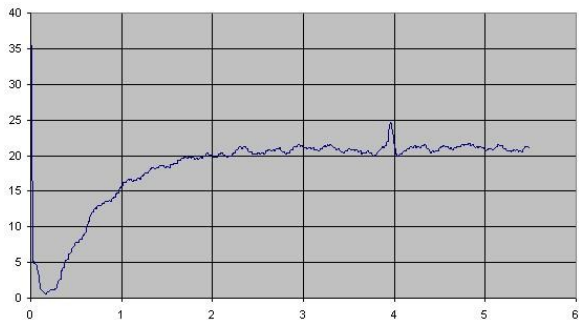
Wire Rope State					
Rope:	11	Test Length:	27.6 M	Length of Lay:	0
Times:	4	Sampling No.:	1443	Benchmark:	268
Table:	Table of Flaw Type Analysis	Length Display:	0~27.6 M	Test Date:	20012-7-31
		Specs:	01*16-032	Magneziation Date:	2000-1-1
				Upper Limit:	10%
				Max Spot Pos.:	27.6 M
				Max Value:	15.58%
				Total Flaws:	33

Serial	Type	Quantity	Maximum_Flaw_Equivalent	Position_M
1	LF(Type)*	\	\	\
2	LMA*	26	2.76	22.63
3	Other*	1	0.69	5.05
4	Combined*	6	15.58	27.59

Фиг. 7 Таблица за типовете повреди.



Фиг.8. Инспекция на въже №2.



Фиг. 9. Инспекция на въже №4.

Изводи

На база на проведените тестове могат да се направят следните изводи:

1. При три от въжетата TSK Analysis System издава препоръка за подмяна, поради наличието на повреди, които превишават препоръчителния 10% лимит на дефекти.
2. Основните проблемни области са в краищата на въжетата.
3. Вида на дефектите са основно от тип LMA (Loss of metallic cross-sectional area, включващи корозия, изтриване и др.) и комбинирани LMA + други (свързани с умора на метериала или смачкване).

Литература

Илия Йочев, Особенности при експлоатацията и възможност за прогнозиране на остатъчния срок на работа на подежни въжета при провеждане на безразрушителен контрол на техническото им състояние, Годишник на МГУ "Св. Иван Рилски", Том 49, Св. III, Механизация, електрификация и автоматизация на мините, 2006)
 TCK-BX55, техническа документация на TCK Wire Rope Inspection Technology Co., ltd
<http://www.tck-cn.com/en/index.htm>
<http://www.kingyoup.com/e-3-15.htm/>