



ОТНОСНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТОВАРОПОДЕМНИ ВЪЖЕТА ЗА ПОДЕМНО-ТРАНСПОРТНИ МАШИНИ

Красимир Кръстанов

kkrastanov@vtu.bg

**ВТУ “Тодор Каблешков”, ул. Гео Милев 158
БЪЛГАРИЯ**

***Ключови думи:** товароподемни въжета, дефектоскоп, надежност при експлоатация, снапчета, якост*

***Резюме:** Разгледани са различни методи за изпитване на товароподемни въжета. Представени са средства за изпитване якост на въжета при различни товароподемни машини /асансьори, товароподемни кранове, въжени линии и др./. Използвана е модерна апаратура и специализиран софтуер с цел по-точни и удобни за анализ на резултати. Дадени са някои примери и критерий за бракуване на въжета.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Товароподемните въжета са важен елементи на подемно-транспортните машини. Контролът на техническото им състояние е важен по отношение безопасната им при работа и правилното функциониране на машините в които те работят. В резултат на големия брой огъвания от преминаване през направляващите и отклоняващите шайби, и през барабаните на подемно-транспортните машини се получава умора на материала и скъсване на жичките на въжетата.

Най-често напреженията във въжетата зависят от силата на натягане, конструкцията и диаметра на въжето, броя на телчетата на въжето и т.н. Всички тези фактори имат значение при изследване на въжетата.

Стоманените въжета могат да работят при високи скорости, понасят удари, вибрации и други натоварвания, поради което са надеждни при експлоатация. Освен това скъсването при тях не настъпва изведнъж, а се предшества от скъсването на най-външните жички, което предпазва от аварии и нещастни случаи. Те трябва да притежават добра гъвкавост, устойчивост срещу разплитане и дълготрайност.

МЕТОДИ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТОВАРОПОДЕМНИ ВЪЖЕТА

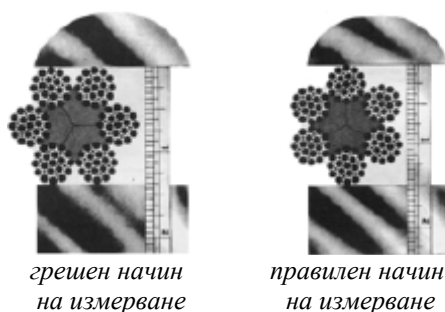
Поради интензивността при работа е необходимо да се осъществява контрол върху техническото състояние на товароподемните въжета, което може да става посредством следните методи [3]:

- Визуален;
- Изпитване в лаборатория;
- Инструментален (известен още като безразрушителен или дефектоскопия)

Стандартите БДС EN 12927-6 и БДС EN 12927-3 изискват носещите и теглителните въжета на въжените линии да се изследват:

- проверка преди експлоатация - заплетка;
- проверка след експлоатация - износване;

Визуалният метод се отличава със своята простота на реализация и дава преки резултати. Този метод, обаче, не дава възможност за получаване на количествена оценка на степента на намаляване на напречното сечение на отделните снопчета, както и за откриване на скъсани такива във вътрешността на въжето. Може да се използва шублер за измерване на диаметъра на въжето и да се сравни със съществуващи данни от производителя при първоначалната му експлоатация. Важно е правилното обхващане на телчетата с цел правилно измерване на диаметъра на въжето.



фиг.1

Необходима е замяна на стоманено въже , ако намаляването на диаметър е по-голям от допустимото намаляване изброено по-долу в таблица 1.

Таблица 1

Диаметър на въжето (\emptyset)	Допустимо намаление от номиналния диаметър
$\emptyset \leq 8$	0.4
$8 < \emptyset \leq 13$	0.8
$13 < \emptyset \leq 19$	1.2
$19 < \emptyset \leq 29$	1.6

Източник: БДС ISO 4309:2012 и нормативна уредба за товароподемни въжета

В лабораторни условия могат да се опродолят якостните качества на въжето но не може да се получи представа за цялото въже, а само за малък участък. Отрязъкът за изпитание се взема от участък от въжето намиращ се непосредствено над окачващото устройство. Този участък не е подложен на огъване и износване от триене защото не преминава през направляващите и отклоняващи шайби, както и през подемния барабан. За получаване на информация за състоянието на въжетата по цялата им дължина, без да се налага демонтирането му се използва инструментален метод. Критериите за оценка на техническото състояние на въжето при този метод са следните:

- Загуба на метал от сумарното напречно сечение на жичките;
- Локални дефекти – скъсани или деформирани жички .

Всеки един дефектоскоп изработва дефектограма, която представлява запис върху хартия или електронен носител на всички локални дефекти и загуба на сечение по цялата дължина от изследвания участък [5].

Сред най-широко използваните методи за безразрушителен контрол са: рентгеноскопия, радиографичен контрол; ултразвуков контрол; контрол с проникващи течности; магнитноиндуктивен контрол; визуален контрол; контрол на плътност; вихротоков контрол; контрол на твърдостта; вибродиагностика и др.

Рентгеноскопията трудно може да бъде приложена за контрол на стоманени въжета. Ултразвуковия метод може да се използва при еднородност на контролирания материал, но е неподходящ при нееднородни стоманени въжета. Магнитноиндуктивният

контрол се основава на измерване на разсейването на магнитния поток в местата на повреда. Най-често се използват два метода за намагнитване на стоманеното въже:

- чрез променливо поле, създадено от електромагнит, захранван с променлив ток;
- чрез постоянно магнитно поле, създадено от електромагнит, захранван от постоянен ток.

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

Независимо от използвания метод за безразрушителен контрол, добре е да се има предвид, че за получаването на коректни данни от особена важност е изпитванията да се извършват от квалифициран персонал, познаващ добре технологията на измерване и работата със съответното оборудване.

Също така при извършването на самия контрол е необходимо да се спазват предписаните процедури в съответствие с действащите стандарти и норми, както и с техническите условия.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ОСТАТЪЧНА ЯКОСТ НА ТОВАРОПОДЕМНИ ВЪЖЕТА

Топлината влияе върху работата на товароподемното въже и може да бъде описана с два параметъра:

- номиналната температура T на външните нишки на въжето и
- броя на натоварванията N .

Остатъчната здравина на въжето, когато е работило при топлинни условия (N, T) може да бъде оценен с коефициента на безопасност $n(T, N)$, като отношение между действителното натоварване при скъсване $P_u(T, N)$ и номиналното напрежение P .

$$(1) \quad n(T, N) = \frac{P_u(T, N)}{P}$$

Алтернативен параметър може да бъде относителната загуба на сила във въжето:

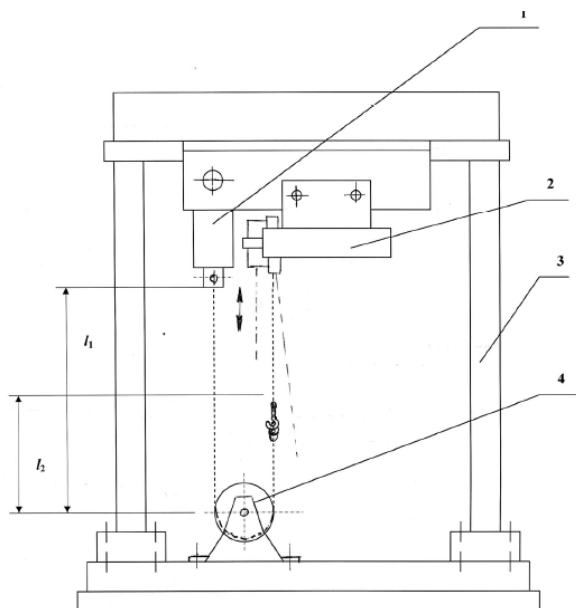
$$(2) \quad \lambda(T, N) = 1 - \frac{P_u(T, N)}{P_{u,0}}$$

където:

$P_{u,0}$ - е границата на натоварване до скъсване на въжето дадено в каталога на производителя. Например за въже с диаметър $\varnothing 13$ mm, $P_{u,0} = 0,87$ N.

Натоварването на въжето може да се изпита на стенд за изпитване на опън. Съгласно изискванията на чл.4а (1) т.10 от сега действащата Наредба за условията и реда за издаване на лицензии за осъществяване на технически надзор на съоръжения с повишена опасност и за реда за водене на регистър на съоръженията /приета с ПМС № 187 от 21.09.2000 г., бр. 88 от 24.10.2014 г./ всяко лицензирано лице трябва да притежава стенд за изпитване на товарозахващащи приспособления. Пример за такъв стенд може да бъде [4].

Обикновено се извършват два вида тестове на опън: за цялото въже и за част от въже. Резултат от изследване на якостни параметри на метални кранови въжета във функция от диагностична променлива чрез стенд за изпитване изпитания са дадени на фигура 3.



фиг.2

където: 1- динамометър; 2 – ръчнозадвижвана макара; 3 – метална рамка; 4 – отклонителна ролка.

За изследване на товароподемни въжета на въжени линии, асансьори и товароподемни кранове без да се демонтират от съответната машина се използва дефектоскоп Mitech (MRT10 - S Series).



фиг.4

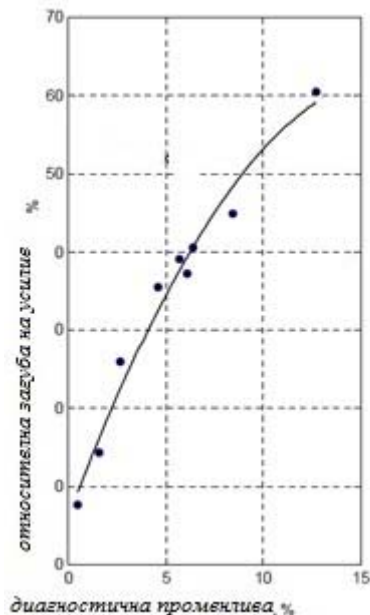
Технически параметри:

- Чувствителност – 5 Volt.
- Скорост на движение при инспекцията – 0,8 m/s (до 30 m/s);
- Точност на локализация на грешката – 100 mm на 100 m;
- Количествена проверка на процента на загуба на метал в напречното сечение от вътрешни и външни повреди;
- Малко тегло – всеки апарат тежи не повече от 2 kg.
- Водостойчив дизайн;
- Инструментален контрол завършващ с протокол – експертиза, в който се аргументира заключение за бракуване или продължаване на експлоатация на въжето.
- Лесна връзка с PC и интегриран софтуер

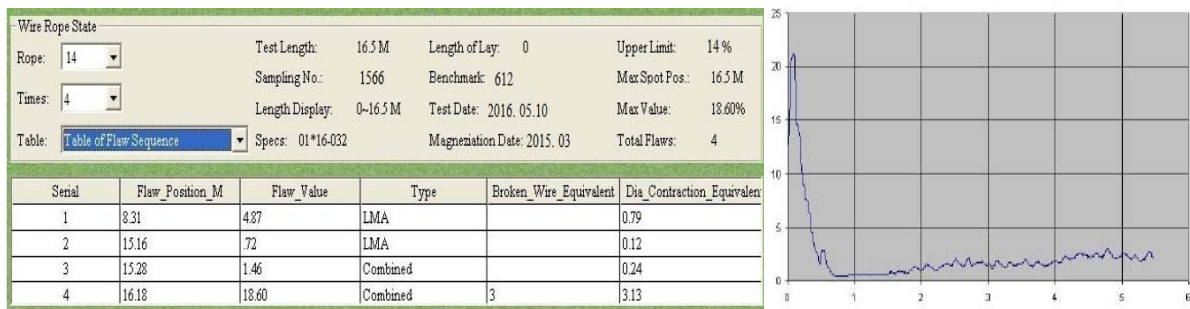
Тестването с дефектоскоп на товароподемното въже решава два трудни проблема:

- количествено определяне на различни дефекти на товароподемното въже;
- проверка за наличие на „умора“ вътре в металното въже.

На изследване е подложено въже на товароподемен двугредов мостов кран с товароподемност $Q = 125 \text{ KN}$. За изследваното въже са генерирани от софтуера на дефектоскопа: таблица на повредите и графика на получените резултати.



фиг.3



фиг.5

Съществуващи дефекти във въжето са проблемни в долния му край в близост до свързването му със изравнителната ролка на полиспаста.

БРАКУВАНЕ НА ТОВАРОПОДЕМНИ ВЪЖЕТА

Поради това че въжетата на подемно-транспортните машини работят при тежки условия и интензивни натоварвания, прикачвачите трябва ежесменно да ги преглеждат и при забелязване на смачкани или разкъсани жички, ръжда, износване и други да сигнализират на компетентни технически лица, за да се установи годността им. Съгласно правилата за технически надзор на повдигателните уредби, бракуването на въжетата се извършва според тяхното видимо техническо състояние, което се определя от броя на скъсаните жички в границите на една стъпка на усукване и степента на износване на жичките. При скъсано цяло снопче, а също при износване или корозия на жичките до 40% и повече от техния първоначален диаметър, по-нататъшното използване на въжето се забранява. Измерванията се извършват с микрометър след развиване, изправяне и почистване на жичките.

Свързването на краищата на стоманените въжета помежду им и с други елементи на въжетата се извършва предимно чрез:

- заплитане (осигурява якост в мястото на свързване 75÷ 90 % от тази на въжето);
- запресувани дебелостенни втулки, предимно от алуминиеви сплави (якост до 95%);
- стеги (лети, ковани или пресувани) с Г и U-образна форма (якост 75-85%)
- прилага се по-ограничено и на 10 дни трябва да се контролира натягането им; конусни втулки и заливане със сплав (якост 100%) и клинови втулки (якост 75-85 %) - прилагат се по-ограничено.

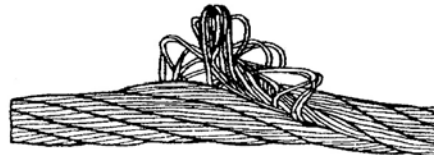
Някои от по-важните дефекти на въжетата за подемно-транспортните машини при които те се бракуват са:

Местно увеличаване на диаметъра на въжето



фиг.6

Излизане на телчета от сърцевината на въжето по време на експлоатация



фиг.7

Нарушаване на телените нишки



а

а - в едно направление



б

б - няколко направления

фиг.8

Раздробяване на въжето



фиг.9

Пречупване на въжето



фиг.10

Съгласно изискванията на НБЕТНПС стоманените въжета на повдигателните съоръжения се бракуват съгласно нормите, определени в БДС ISO 4309, ако броят на видимите скъсани телчета е повече от определения съгласно таблицата за която и да е дължина на проверявания участък [1].

Таблица 2

Дължина на участъка	3d	6d	30d
Брой на скъсаните телчета в участъка	4	6	8

където: d - диаметър на въжето

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Извършването на контрол на техническото състояние на товароподемните въжета на подемно-транспортните машини, дава възможност да се предвиди остатъчният срок на експлоатация на въжетата, като по този начин се повишава безопасността им при работа.

При използването на инструментален метод на контрол се прави извода, че визуалният такъв, дори да бъде извършен добросъвестно, не може да обезпечи определяне на износването на въжето – загубата на сечение по метал, пълния брой на скъсани телчета, намиращи се както на повърхността, така и във вътрешността.

Изследваното товароподемно въже на двугредовия мостов кран $Q=125$ KN е за смяна, поради наличието на износване което превишава с 14 % лимита.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Наредба за безопасна експлоатация и технически надзор на повдигателни съоръжения / Приета с ПМС № 199 от 10.09.2010 г., изм. и доп., бр. 88 от 24.10.2014 г./
- [2] БДС ISO 4309, Кранове. Стоманени въжета – обслужване и поддържане, преглед и бракуване
- [3] Йовчев И., Особенности при експлоатацията и възможност за прогнозиране на остатъчен срок на работа на подедни въжета при провеждане на безразрушителен контрол на техническото им състояние, Годишник на Минно-геоложкия университет “Св. Иван Рилски”, Том 49, Св.III, Механизация, електрификация и автоматизация на мините, 2006
- [4] Кръстанов Кр. Стенд за изпитване на въжени сапани, Българско списание за инженерно проектиране, брой 15, септември 2012г.
- [5] Скордев А., Бъчваров И., Маринов К. Безразрушителен контрол. София. Техника 1984
- [6] БДС EN 12927-6 Изисквания за безопасност на въжени линии за превозване на хора. Въжета. Част 6: Критерии за бракуване
- [7] БДС EN 12927-3 Изисквания за безопасност на въжени линии за превозване на хора. Въжета. Част 3: Заплетка на теглещи и транспортни въжета от 6 снопчета (дилки)

[8] БДС ISO 4309:2012 – Кранове. Стоманени въжета. Обслужване и поддържане, преглед и бракуване

[9] Наредба за условията и реда за издаване на лицензии за осъществяване на технически надзор на съоръжения с повишена опасност и за реда за водене на регистър на съоръженията /приета с ПМС № 187 от 21.09.2000 г., бр. 88 от 24.10.2014 г./

ABOUT SURVEY OF HOISTING ROPES FOR LIFTING EQUIPMENT

Krasimir Krastanov

kkrastanov@vtu.bg

*Department „Material handling and construction machines”
Todor Kableshkov University of Transport , Sofia,
BULGARIA*

Key words: *hoisting ropes, flaw detector, reliability in service, bundles , tensile*

Abstract: *Different methods for testing of hoisting ropes are described. Presented are tools for testing strength ropes in different hoisting machines / elevators, cranes, cableways and others. /. It is used modern equipment and specialized software for the purpose of accurate and convenient to analyze the results. Some examples and criteria for scrapping ropes are presented.*