

ИЗСЛЕДВАНЕ НА МЕТАЛНИ КРАНОВИ КОНСТРУКЦИИ НА МОСТОВИ КРАНОВЕ

Красимир Кръстанов

kkrastanov@vtu.bg

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

***Ключови думи:** дефекти, метални конструкции, цикъл на натоварване*

***Резюме:** Предмет на настоящата разработка е изследване на метални кранови конструкции на мостови товароподемни кранове. Разгледани са възможните места за дефекти в металните кранови конструкции, като са представени стойности на максимално допустимата остатъчна деформация на стоманени кранови конструкции. Представена е възможност за определяне на цикъла на натоварване на металната кранова конструкция по време на работа.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Надеждността и работоспособността на товароподемните кранове варира в зависимост от живота на детайлите и намалява с времето, тъй като механизмите се изнасят в следствие на излагане на различни климатични и експлоатационни фактори.

Всеки дефект в металните кранови конструкции се оценява в зависимост от причините за възникването му и може да бъде причислени към една от трите групи:

- Дефекти в производство и монтаж (дефекти на заварките, дефекти получени при монтаж и др.);
- Дефекти, причинени от нарушаване на нормална работа (претоварване, въздействието при преминаване на крана през препятствия, и т.н.);
- Дефекти възникнали при нормални условия на работа в отсъствие на първоначалните недостатъци при производство и монтаж.

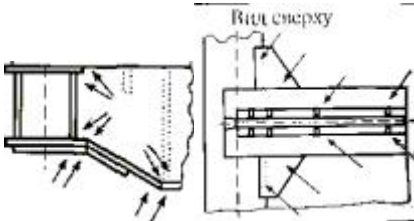
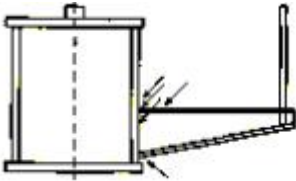

Металната кранова конструкция оказва съществено влияние върху надеждността на машината като цяло. Една носеща метална конструкция трябва да бъде икономически ефективна /с минимална стойност и минимална маса/, като при това трябва да се удовлетворяват изискванията за достатъчна якост, коравина и сигурност при работа [5].

МЕСТА С ВЪЗМОЖНИ ДЕФЕКТИ В МЕТАЛНАТА КОНСТРУКЦИЯ ПРИ МОСТОВИ КРАНОВЕ

Основните недостатъци на метални конструкции на мостовите кранове са : пукнатини в заварките и компонентите, изкривени или повредени отделни елементи от дизайна, отслабване на връзките, нарушение на защитен слой на конструкцията, корозия и др.

Освен якостните проверки главните греди на мостовите кранове се проверяват на статична и динамична коравина. Проверката на статична коравина се свежда до

определянето на максималното провисване на гредата под действието на вертикалното натоварване, а проверката на динамична коравина - до определянето на най-ниската собствена честота на трептене и на времето за затихване на трептенията.

Място на разположение на дефекта, вид дефект	Места, подлежащи на визуална проверка за проучване на метални кранови конструкции
Места на връзки с буферите, връзките на главните към челните греди на мостовите кранове, пукнатини в заварките и основния метал	
Връзката от главната греда до края на мостовия кран, пукнатини в заварките и основния метал	
Зоната в опорните скоби към началото на главната греда на мостовия кран, пукнатини в заварките и основния метал	
Зоната на свързване на елементите в поясите на фермите, пукнатини в заварките и основния метал	

Пукнатините в структурата и заварките могат да възникнат в резултат на производствени дефекти, повреди по време на транспорт и монтаж, както и поради възможни претоварвания по време на работа.

Наличието на пукнатини в носещите елементи може да доведе до разрушаване на метални конструкции и злополука с крана. Ако пукнатини се открият своевременно, те могат лесно да се отстранят най-често чрез заваряване.

Инспекция на метални конструкции и заварки трябва да се извършва преди всеки монтаж на крана при въвеждане на крана в експлоатация, както и след всяко транспортиране на крана. За да се провери отсъствието на пукнатини проверката на металните кранови конструкции трябва да се извършва по време на работа на крана. Това се прави по време на ежедневното техническото обслужване. Състоянието на металната конструкция на крана се записва с ремонтния дневник на крана, които се води от фирмата осъществяваща поддръжка на съоръжението. Също така ежедневно е

необходимо оператора на крана да записва резултатите от огледа в сменен дневник на съоръжението.

Анализът на типа на повредите на мостовите кранове позволява да се установи количеството и зависимостта на щетите в най-натоварените зони и елементи на крановете. Масово (около 74 %) се повреждат крановете в металната конструкция и то основно на кранове със срок на експлоатация над 15 години.

Стоманените кранови конструкции са подложени по време на експлоатация основно на корозия. Тя намалява сечението на метала, уврежда метала и не му дава възможност да се съпротивлява срещу динамични и променливи натоварвания.

След ремонт на метални кранови конструкции задължително се извършват статично изпитване. Статичното изпитване се извършва в продължение на 10 min с товар, превишаващ с 25 на сто товароподемността на съоръженията. Изпитването е успешно, ако не настъпи отпускане на товара или товароподемния кран и не се открият пукнатини, разрушаване на елементи, отлюспване на боя, остатъчни деформации или повреди, които могат да влияят на експлоатационните качества и безопасността на повдигателното съоръжение и които могат да се установят визуално без използване на специализирани уреди.

ОСТАТЪЧЕН РЕСУРС НА МЕТАЛНИТЕ КОНСТРУКЦИИ НА МОСТОВИ КРАНОВЕ

Като критерии за граничното състояние на металната конструкция на крана се приема възникването на умора, пукнатини, развитие на недопустими по стойност остатъчни деформации, загуба на устойчивост и др .

Използват се два метода за оценка на остатъчния ресурс на товароподемни кранове:

- експертен;
- експериментално-изчислителен.

Остатъчният ресурс на металните конструкции на мостови кранове може да бъде представен в табличен вид [1] :

Таблица 1 Оценка на дефектите в различни точки на мостовите кранове

Вид на дефекта	Брой точки за съответния дефект		
	при производство или монтаж	при нарушаване на нормалната експлоатация	възникнали при нормална експлоатация
1.Нарушаване на боядисаното покритие	0,1		
2. корозия на носещите елементи, % дебелина на елемента: - до 5 - до 10 - над 10	Поява на такъв дефект е малко вероятно	0,2 1,0 4,0	
3. Пукнатини в шевове или в зоните на заварки	Възникването на големи пукнатини е малко вероятно	1	4

4. Пукнатини, пропуски по отношение на областите, отдалечени от заварката	Възникването на големи пукнатини е малко вероятно	1	5
5. Прекъсвания най-малко в 10% от болтове в ставите, където болтовете са подложени на опън	Поява на такъв дефект е малко вероятно	1	4
6. Срязването е не по-малко от 10% в болтови съединения, където болтове, са подложени на срязване	Поява на такъв дефект е малко вероятно	1	4
7. Деформации в елементите на фермената конструкция, които превишават границата:			
7.1. Пояс	1	2,5	5
7.2. Скоба	0,5	1	2
8. Деформации в елементите на листовите конструкции (с изключение на местните деформационни зони в поясите) надхвърлящи границата	1	1,5	5
9. Наслояване на метал при припокриване на поне 50% от размера на частта от пояса, стена и т.н.		5	
10. Всякакви други дефекти, възникнали в мястото на натоварване.	1	1	2

Изводите които могат да бъдат направени от горната таблица са:

- Когато общият брой точки е не по-малък от 3, остатъчният ресурс на металната кранова конструкция не може да бъде оценен;
- Когато общият брой на точките са повече от 3, но по-малко от 5, мостовия крана след съответните оценки и ремонти, може да се експлоатира със зададената в паспорта товароподемност и по време на периода, за който е прогнозиран остатъчният ресурс;
- Когато общият брой на точки е между 5 и 10 включително, в случая, когато има някои недостатъци в най-малко 3 точки, товароподемността на крана трябва да бъде намалена с поне 25% и кранът трябва да бъде експлоатиран в по-нисък режим на работа;

- Когато общият брой точки е повече от 10 точки мостовия кран трябва да бъде изведен от експлоатация или да бъде подложено на ремонт с подмяна на дефектните елементи.

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЦИКЪЛА НА НАТОВАРВАНЕ НА МЕТАЛНАТА КРАНОВА КОНСТРУКЦИЯ ПО ВРЕМЕ НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ

Общият брой цикли на натоварване в зависимост се определя от [1]:

$$(1) \quad C_T = C_c \cdot n_{дн} t_k$$

където:

C_c - средно дневния брой цикли на крана;

$n_{дн}$ - брой работни дни в годината;

t_k - живота на крана.

Режим на натоварване на мостовия кран се характеризира с коефициент на разпределение на натоварването:

$$(2) \quad K_p = \sum_{i=1}^n \left[\frac{C_i}{C_T} \cdot \left(\frac{P_i}{P_{\max}} \right)^m \right],$$

където:

C_i – средният брой на циклите с товар с маса P_i ;

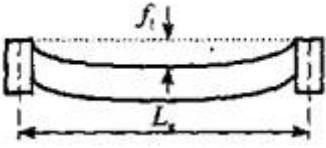
C_T – общият брой на циклите до всички товари $\left(C_T = \sum_{i=1}^n C_i \right)$;

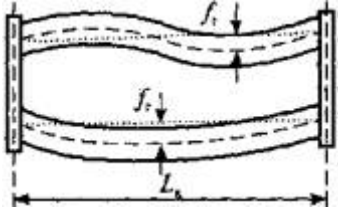
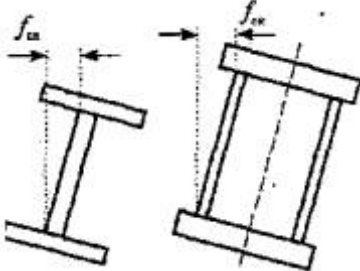
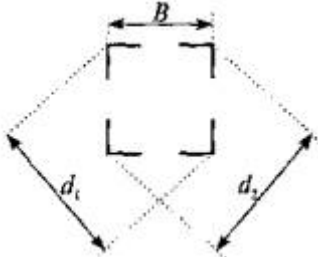
P_i - стойностите на масите на отделните товари (ниво на натоварване) при типично приложение на крана; в практиеските разчети $n = 2 \div 4$;

P_{\max} – номиналният товар, който е позволено да се манипулира с крана;

m - експонента, $m = 3$

Таблица 2 Стойности на максимално допустимата остатъчна деформация на стоманени кранови конструкции

Вид на остатъчните деформации	Графично представяне на деформациите	Пределно допустима величина на остатъчните деформации
Отрицателна остатъчна деформация на всяка от главните греди		<p>а) $f_l \leq 0,0022 L_k$ експлоатацията на крана е допустима до следващата проверка.</p> <p>б) $0,0022 L_k < f_l \leq 0,0035 L_k$ експлоатацията на крана е допустима не повече от 1 година или до достигане на допустимо провисване при контролни измервания на f_l най-малко веднъж на 4 месеца.</p>

		<p>в) $f_2 \leq 0,0035 L_k$</p> <p>задължително се прекратява експлоатацията на крана и се пристъпва към възстановяване на металната конструкция.</p>
Извиване на главните греди на мостовия кран		<p>д) $f_{\Gamma} \leq 0,002 L_k$</p> <p>експлоатацията на крана е допустима до следващия преглед, ако кривината на гредите на нарушава геометрията и геометрия на релсовия път за движение на количката е спазена в съответния толеранс.</p>
Усукване на главните греди		<p>$f_{\omega} \leq 0,001 L_k$</p> <p>експлоатацията на крана се допуска до следващия технически преглед.</p>
Разлика в диагоналите в напречното сечение на фермата		<p>$\text{mod} (d_1 - d_2) \leq 0,004B$</p> <p>експлоатацията на фермата може да бъде до следващия технически преглед</p>

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Визуална проверка на металната кранова конструкция трябва да се извършва с използването на прости оптични устройства и преносими източници на светлина, като трябва да се обърне специално внимание на следните места на възможно възникване на повреда : заварки, места , подложени на удари или повреди по време на монтаж и транспорт ; места където има значителни напрежения и корозия.

Стойността на остатъчния живот на металната конструкция на мостовия кран може да се оценява чрез сравняване на действителната товароносимост на конструкцията (съпротивление на умора, остатъчна деформация, корозия и т.н.) с критериите, посочени съответните гранични състояния.

Ограничаването на деформациите в главните греди при експлоатация е важно за дълготрайността им и безопасността при работа.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] РД 10-112-5-97 Методические указания по обследовании грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Часть 5. Краны мостовые и козловые. ОАО ВНИИПТМАШ.- М.: 1997.- 54с.: ил.
- [2] БДС 16570:1986 Техника на безопасността. Кранове товароподемни. Класификация по режими на работа
- [3] Коцев Н., Надеждност и безопасност на метални кранови конструкции, ТУ- София, 2010
- [4] Коцев Н., Грънчалов Е., Оценка на остатъчния ресурс на метални кранови конструкции – нормативни изисквания, Българско списание за инженерно проектиране, бр.1, декември 2008
- [5] Спасов В., Кръстанов Кр., Ръководство за лабораторни упражнения по инженерна логистика – подемно-транспортни машини и системи, ВТУ „Т. Каблешков“, 2012

STUDY OF METAL CRANE STRUCTURE OF BRIDGE CRANES

Krasimir KRASTANOV

kkrastanov@vtu.bg

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

Key words: *defects, metal structures, load cycle*

Abstract: *The subject of this paper is the study of metal structure of bridge cranes. Presented are potential venues for defects in metal crane structures, they are imagining the maximum permissible permanent deformation of steel crane structures. It presented an opportunity to determine the cycle of loading the metal construction crane at work.*