

ИЗБОР НА КРИТИЧНИ ЕЛЕМЕНТИ ОТ НОСЕЩАТА КОНСТРУКЦИЯ ПРИ СЕИЗМИЧНА КВАЛИФИКАЦИЯ НА МОСТОВИ КРАНОВЕ

Николай КОЦЕВ, Калин РАДЛОВ

nkotzev@abv.bg, kradlov@abv.bg

*доц. д-р инж. Николай Коцев, маг. инж. Калин Радлов,
Катедра: „ИЛПТСТ“, Технически Университет – София,
БЪЛГАРИЯ*

Резюме: Предложен е подход за избор на критични елементи от носещата конструкция при сеизмична квалификация на мостови кранове. Изборът се прави по бална оценка въз основа на възприети три критерия: ниво на безопасност, ремонтпригодност и вероятност от претоварване. Така определените критични елементи се подлагат на статичен и динамичен анализ с натоварване по трета изчислителна комбинация.

Ключови думи: Мостови кранове, сеизмични натоварвания, критични елементи

1. Въведение

Съществен етап при разработването на сеизмична квалификация на мостови кранове [7] е изборът на критични елементи от носещата конструкция. Критични са тези елементи, възли или части от крановото съоръжение, при които съществува вероятност и опасност при различните критични сценарии да дефектират, да се разрушат, или да изпаднат и повредят оборудване в работните помещения. Тяхното състояние или поведение по време на сеизмично въздействие са определящи за надеждната работа или за намаляване на нивото на безопасността на крана като цяло. С избирането на критични елементи се цели намаляване на броя на анализирани елементи по обекта на изследване, което позволява провеждане на изследването в реални срокове. Целта на настоящата работа е разработване на методика за избор на критични елементи от носещата конструкция при сеизмична квалификация на мостови кранове.

2. Избор на критични елементи от носещата конструкция на мостови кранове

Изборът на критични елементи от носещата конструкция на мостови кранове преминава през следните етапи:

- първоначален избор на елементи;
- критерии за избор на критични елементи;
- избор на критични елементи.

2.1 Първоначален избор на елементи от носещата конструкция на мостови кранове

Чрез експертна оценка се определят следните 23 елемента (22 от носещата конструкция на мостов кран и товароподемното въже), които посредством многокритериална оценка се идентифицират като критични:

1. главна греда- конструкция;
2. главна греда- заваръчен шев;
3. релса на главната греда;
4. закрепване на релсата към главната греда;
5. релса на подкрановия път;
6. закрепване на релсата към подкрановия път;
7. буфери и ограничители на моста;
8. буфери и ограничители на количката;
9. линеали за крайните изключватели на моста;
10. линеали за крайните изключватели на количката;
11. товароподемно въже;
12. челна греда- конструкция;

13. челна греда- заваръчен шев;
14. заваръчен шев между главни и челни греди;
15. заваръчен шев на носещите профили на кабината;
16. парапети;
17. площадка на моста;
18. рама на количката- конструкция;
19. рама на количката- заваръчен шев;
20. лагерни букси на ходовите колела на моста;
21. лагерни букси на ходовите колела на количката;
22. бандажи и реборди на ходовите колела на моста;
23. бандажи и реборди на ходовите колела на количката;

2.2 Критерии за избор на критични елементи от носещата конструкция на мостови кранове.

Като основни и най-важни при избора на критични елементи от носещата конструкция на крановото съоръжение се считат следните три критерия[7]:

***Ниво на безопасност-** влиянието на поведението (или състоянието) на елемента върху нивото на безопасност на крана при сеизмично въздействие е основен критерий за оценяване. Оценката на всеки един елемент от крановото съоръжение по този критерий се определя по:

$$C_S = W_S * K_S \quad (1)$$

където:

K_S е коефициент на оценката;

W_S - тегловен коефициент;

Елемент, чието дефектиране води непосредствено до авария, или до загубване на работоспособност на крановете, се оценява с $K_S=5$.

Тегловният коефициент се приема $W_S=10$.

***Ремонтопригодност-** оценката на всеки един елемент от крановото съоръжение по този критерий се определя по:

$$C_R = W_R * K_R \quad (2)$$

Отчита се възможността за замяна на елемента, цената за замяната, достъпност.

При невъзможност за замяна или когато замяната е свързана с неоправдан разход на средства или време, оценката - $K_R=5$.

Работоспособността на крана пряко зависи от възможността за извършване на ремонт на

дефектирания елемент. Обикновено стойността на тегловния коефициент $W_T=5$.

***Вероятност за претоварване-** оценката на всеки един елемент от крановото съоръжение по този критерий се определя по:

$$C_O = W_O * K_O \quad (3)$$

където

K_O е коефициент на претоварване или удари при работа

Висока оценка-5 се дава при силно натоварен елемент при малка цикличност на натоварването или при надхвърляне на проектните работни часове или работни цикли при нормално натоварване.

Поради вероятностният характер за настъпване на евентуална повреда от претоварване, приемаме тегловен коефициент $W_O=3$. Елементите се оценяват експертно от специалисти по съответните части – машинна и/или електрическа. Броят на специалистите по всяка част трябва да е не по-малък от 3

2.3 Избор на критични елементи от носещата конструкция на мостови кранове

На този етап за всеки един от гореизброените елементи се изчислява сумарна оценка по формулата:

$$C_{OB} = C_S + C_R + C_O \quad (4)$$

където

C_S е оценка, която показва влиянието на елемента върху нивото на безопасност;

C_R - оценка, която показва възможността за ремонтпригодност на елемента;

C_O - оценка, която показва вероятността за претоварване на елемента;

Така се получава числова редица от оценките на гореизброените 23 елемента, които подлежат на проверка:

$$C_{OB.1}, C_{OB.2}, C_{OB.3} \dots C_{OB.23}$$

Определя се средната стойност на оценката на елементите в числовата редица:

$$C_{CP} = \frac{\sum_{i=1}^{23} C_{OB.i}}{23} \quad (5)$$

За тази числова редица се изчислява средноквадратичното отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{23} (C_{CP} - C_{OB.i})^2}{23}} \quad (6)$$

Съществуват три нива за оценка на оборудването като „много критично”: „критично” и „малко критично” [7]

На практика се избира само една стойност за определянето на елемента като критичен, по формулата:

$$C_{KP} = C_{CP} + \frac{\sigma}{2} \quad (7)$$

След това индивидуалната оценка на всеки един от елементите се сравнява с изчислената гранична стойност, като са възможни два случая:

$C_i \geq C_{KP}$ – елемента се определя като критичен и се подлага на якостна проверка по 3-та изчислителна комбинация [2], [4]

$C_i < C_{KP}$ – елемента не се определя като критичен и не се подлага на якостна проверка по 3-та изчислителна комбинация

3. Пример за избор на критични елементи от носещата конструкция на мостови кранове

За така изброените елементи се пресмята сумарната оценка и се получават следните резултати показани в табл. 1

$$C_{CP} = \frac{\sum_{i=1}^{23} C_{OB,i}}{23}; C_{CP} = \frac{1355}{23} = 58,9$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{23} (C_{CP} - C_{OB,i})^2}{23}}; \sigma = 15,96$$

$$C_{KP} = C_{CP} + \frac{\sigma}{2}; C_{KP} = 58,9 + \frac{15,96}{2} = 66,88$$

На база на получената стойност и като се използва критерия $C_i \geq C_{KP}$, се определят следните елементи като критични:

Критични елементи:

*Главна греда. Конструкция

*Главна греда. Заваръчен шев

*Главен подемен механизъм. Въже

*Количка. Бандажи и реборди (ролки) на ходовите колела

*Мост. Бандажи и реборди (ролки) на ходовите колела

*Рама на количката. Конструкция

*Рама на количката. Заваръчен шев

*Заваръчен шев между главни и челни греди

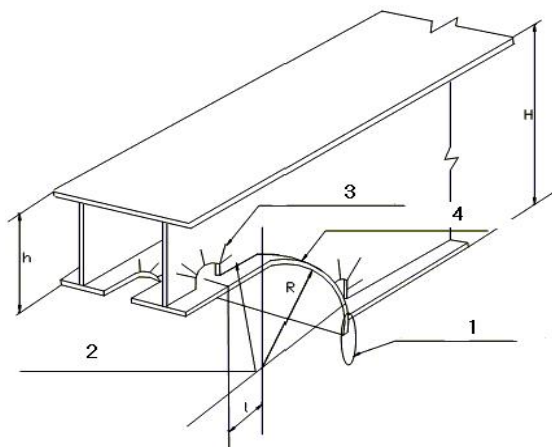
*Челни греди. Конструкция

*Челни греди. Заваръчен шев

	Безопасност	Ремонтпри- годност	Претоварване и удари	Обща оценка
Наименование на елемента	Ks	Kr	Ko	K
Главна греда. Конструкция	5	4	2	76
Главна греда. Заваръчен шев	5	3	1	68
Релса на главната греда	3	4	3	59
Закрепване на релсата на главната греда	5	2	2	66
Буфери и ограничители на моста	2	1	3	34
Линеали за крайните изключватели на количката	1	1	1	18
Челни греди. Конструкция	5	4	2	76
Челни греди. Заваръчен шев	5	4	1	73
Заваръчен шев между главни и челни греди	5	3	2	71
Заваръчен шев на носещите профили на кабината	5	2	1	63
Парапети	1	1	2	21
Площадка на моста	3	3	0	45
Рама на количката. Конструкция	5	3	3	74
Рама на количката. Заваръчен шев	5	3	2	71
Мост. Лагерни букси на ходовите колела	4	4	2	66
Мост. Бандажи и реборди (ролки) на ходовите колела	5	5	2	81
Количка. Лагерни букси на ходовите колела	4	3	2	61
Количка. Бандажи и реборди (ролки) на ходовите колела	5	5	2	81
Линеали за крайните изключватели на моста	2	2	1	33
Главен подемен механизъм. Въже	5	3	1	68
Кранов път. Състояние на релсата	3	3	2	51
Кранов път. Зъкрепване на релсата,	5	2	2	66
Буфери на подкрановия път	2	2	1	33

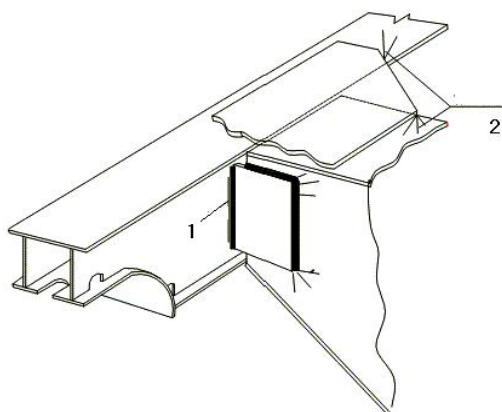
Така идентифицираните като критични елементи се подлагат на статичен и динамичен анализ с натоварвания по трета изчислителна комбинация – сеизмични натоварвания – проверка на статична якост [1], [3], [4]. За някои от тях се определят „критичните” точки, сечения и зони като например – челна греда – зоната в която се

закрепват лагерните букси – фиг.1. и връзката между главна и челна греда – фиг.2.



Фиг.1. Челна греда

- 1 - разрушаване на заваръчния шев;
- 2 - пукнатини по заваръчния шев;
- 3 – пукнатини по основния метал;
- 4 – критична точка.



Фиг.2. Връзка между главна и челна греда

- 1 – пукнатини в заваръчния шев;
- 2 – пукнатини в основния метал.

4.Заклучение

Предложеният подход позволява избоят на критични елементи от носещата конструкция при сеизмична квалификация на мостови кранове. Така определените елементи като критични се подлагат на статичен и динамичен анализ по познатите общоинженерни методи [1], [3], [4] – проверка на статична якост с натоварвания по 3-та изчислителна комбинация- сеизмични натоварвания.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Александров.М.П. Грузоподъемные машины. Москва. Высшая школа.2003
- [2] БДС EN 13001-2/2005. Кранове. Общо проектиране. Част2: Натоварвания.
- [3] Гохберг.М.М. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин. Ленинград. Машиностроение,1976
- [4] Коларов Ив., М.Проданов, П.Караиванов. Проектиране на товароподемни машини. С.,„Техника”, 1986
- [5] НП- 031 -01 -Норми за Проектиране
- [6] ОПБ-88/97 -Общ Правилник за Безопасност
- [7] Радлов К., Н.Коцев, Ст. Брадинов, Г.Атамян. Сеизмична квалификация на носещата конструкция на мостови кранове. Механика на машините №71, год. XV, кн.5, 2007
- [8] 50-SG-D15. Seismic Design and Qualification for Nuclear Power Plants, IAEA, 1992

SEIZMIC QUALIFICATION OF DOUBLE GRIDER CRANE BEARING STRUCTURE

Nikolay Kotzev, Kalin Radlov

Technical University of Sofia, 8 Kliment Ohridski St., Sofia-1000,
BULGARIA

Abstract: There is an approach suggesred for choice of bearing structure critical elements at seismic qualifikation of double grider cranes preparation. The choice is based of three criterial general evaluation: safety level, reparability and overload probability. The choosed critical elements are put under static and dynamic analisys with loads of third load combination.

Key words: Double grider crane, seismic loads, critical elements