



ОЦЕНКА НА РИСКА ПРИ ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА ПОДВИЖНИ РАБОТНИ ПЛОЩАДКИ

Кирил Маринков

kmarinkow@vtu.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”,
1574 София, ул. Гео Милев 158,
БЪЛГАРИЯ*

***Ключови думи:** Подвижни работни площадки, оценка на безопасността и анализ на риска.*

***Резюме:** Предложена е методика за оценка на риска при експлоатация на подвижни работни площадки. Процедурата оценка на риска се състои в съпоставяне на разкритите опасности с критериите за премахване на риска или приемлив риск. Най-напред се определят условията на работа на подвижната работна площадка, нейното състояние и групата на режима на работа. Извършва се идентификация на опасностите, възникващи при експлоатация с разкриване на всички възможни откази и предизвикващите ги причини. Дефектите са класифицирани по два признака: място на възникване и причина за възникване, а вероятностния анализ на безопасността се извършва с метода за анализ на видовете откази и тяхната критичност (FMESA).*

Методът на експертната оценка на честотите на неблагоприятното събитие се свежда до статистическа обработка на бални оценки на групата квалифицирани специалисти - експерти, отговорили на пет въпроса за относителната тежест на значимите опасности установени при тяхната идентификация. Качествената оценка на честотите на неблагоприятното събитие се заключава в позоваване на литературен източник на експертна оценка на група специалисти в дадената област. Въз основа на получения индекс на опасностите, се определят качествените и количествени показатели на честотите на неблагоприятното събитие.

В заключение са направени препоръки за намаляване на риска при експлоатация на подвижните работни площадки.

ВЪВЕДЕНИЕ

Подвижните работни площадки са съоръжения с повишена опасност (СПО). Те са повдигателни съоръжения с циклично действие, служещи за вертикално и хоризонтално преместване на хора и товари от едно ниво на друго чрез работна площадка. Те са подемни машини, служещи за осигуряване на достъп на хора и съоръжения на височини, които не могат да бъдат достигнати по друг начин. Най-често биват използвани за ремонт и поддръжка на ел. мрежата, комуникационната мрежа и други видове инфраструктура, която се намира на значителна височина над терена. Подвижните работни площадки, също така биват частично използвани от службите за

противопожарна охрана и защита на населението за извършване на аварийно спасителни операции и други. Използват се още за резитба, кастрене и оформяне на корони на дървета в гори, паркове и крайпътни насаждения; за строително-монтажни и ремонтни работи по фасади, колони и тавани; за поддръжка и обслужване на осветление, пътно-сигнални уредби.[8]

Подвижните работни площадки се явяват обекти с повишена производствена опасност [6], [8], тъй като при тяхната експлоатация са възможни възниквания на аварийни ситуации, свързани както с негативни технико-икономически, така и със социални последици. Обикновено, аварията с подвижни работни площадки са свързани с тежки наранявания и смърт на работещите с тях.[4] Тези аварии в повечето случаи са причинени от технически неизправности (не сработили крайни изключватели, датчици за претоварвания и т.н.) или човешка грешка (неправилна манипулация с пулта за управление, неправилна преценка довела до удар в друго съоръжение и т.н.). Това налага да се търсят ефективни методи и подходи при оценка на риска и повишаване на безопасността на този тип машини.

Целта на настоящата статия е да се предложи методика за анализ на безопасността и оценка на риска от възникване на опасни откази при експлоатация на подвижни работни площадки, съобразена с новите Европейски нормативни изисквания [10].

АНАЛИЗ НА РИСКА

В анализа и оценката на риска на подвижните работни площадки са включени следните основни процедури:

- определяне състоянието, условията и режима на работа на изследваните работни площадки ;
- идентификация на опасностите, възникващи при експлоатация;
- обосноваване на приемлив риск;
- избор на подходящ метод (методи) за оценка на риска;
- разработване на препоръки за намаляване на риска;
- управление на риска.

Състояние, условия и режим на работа

Изследваните подвижни работни площадки са отработили нормативния срок на експлоатация и са работили в леки режими на работа: режим А1-27% от площадките, а останалите 73% - в режим А2.

Идентификация на опасностите

Отчитат се значимите опасни ситуации и опасни събития, които могат да доведат до рискове за хората по време на планираната употреба и предвидимата злоупотреба на този тип площадки, включени в списъка от табл. 2.

Дефектите, които са потенциална опасност за възникване на откази за тези площадки са класифицирани по два признака:

а) по причина на възникване:

- разрушаване на конструктивни елементи и уморни пукнатини - 8%
- пластични деформации - 14%
- нарушена експлоатация - 23%
- разхерметизация - 24%
- други – 31%

б) по място на възникване

- електрическа система - 25%

- хидравлична система - 35%
- прибори и устройства за безопасност - 15%
- метална конструкция - 5%
- механизми - 6%
- други - 21%

Обосноваване на приемлив риск

Обосновката на нивото на приемлив риск се осъществява въз основа на критерии по нормативно-правна документация или получени в резултат на статистически анализ на аварии с подвижни работни площадки, като за критерии при определяне на нивото на приемлив риск трябва да служат [6]:

1. Законодателството по промишлена безопасност;
2. Правилата и нормите по техника на безопасност;
3. Допълнителните изисквания на специално упълномощени органи;
4. Статистическите сведения за аварии и последиците от тях;
5. Експлоатационния опит.

Оценка на риска

За анализ и оценка на риска е използван индуктивния метод - *метод за анализ на вида, последствията и критичност на отказите* (FMECA) [1], [2], [12]. Процедурата оценка на риска се състои в съпоставяне на разкритите опасности с критериите за приемлив риск. Стремещт при провеждане на FMECA е за се снижи стойността на коефициента на действителни риск (КДР) под тази на коефициента на пределния риск (КПР), чрез промяна на останалите три коефициента, т.е.

$$\text{КДР} = \text{КВВ} \times \text{КВО} \times \text{КТП} < \text{КПР} ,$$

където:

КВВ е коефициент отчитащ вероятността за възникване на отказа - P_0 , обикновено $P_0 = 1 - P_B$,

където: P_B е вероятността за отсъствие на отказ [1] - табл.1;

КВО - коефициент отчитащ вероятността за откриване на отказа - табл. 2.

КТП - коефициент отчитащ тежестта на последствията от отказа - табл. 3;

Таблица 1 - Видове откази в съответствие с честотата вероятността на възникване

Характеристика на възникването на вида отказ	Честота на възникване на отказа	Вероятност	Ранг
Много ниска - малко вероятно е да има отказ	1:100000	$<10^{-5}$	1
Ниска - относително малко откази	1:10000	10^{-4}	2
	1:2000	$5 \cdot 10^{-5}$	3
Умерена - възможни са откази	1:1000	10^{-3}	4
	1:500	$2 \cdot 10^{-3}$	5
	1:200	$5 \cdot 10^{-3}$	6
Висока - наличие на повторни откази	1:100	10^{-2}	7
	1:50	$2 \cdot 10^{-2}$	8
Много висока - почти неизбежен отказ	1:20	$5 \cdot 10^{-2}$	9
	1:10	$>10^{-1}$	10

Всеки от тези три коефициента може да има стойности от 1 до 10 (ранг на коефициента), за това коефициента на действителния риск КДР приема стойности от 1 до 1000.

Отделянето на най-значимите откази се осъществява посредством сравняване на критичността на i -тия отказ - C_i , изразен чрез КДР _{i} с някаква гранична стойност Скр - изразен съответно с КПР _{i} .

Ако КДР _{i} > КПР _{i} , i -тия отказ се приема за критичен и подлежи на обезателно отстраняване. Ако КДР₀ < КДР _{i} < КПР _{i} , тогава са необходими коригиращи мерки за намаляване на критичността, например изменение на регламента за техническо обслужване и ремонт. Отказите от такъв тип се нанасят в съответния списък за следващ анализ и контрол. Отказите за които КДР _{i} < КДР₀, се признават за незначими относно безопасността и не изискват разработка на допълнителни мерки. Обикновено се приема КПР = 125 = 5 x 5 x 5 (произведение от средните стойности на отделните коефициенти), а КДР₀ < 8.

За правилен е приет подходът, при който се работи първо върху отстраняване на причините за дефектите, а след това върху възможностите за навременното им откриване и намаляване на последствията от тях.

Най-опасните откази от дефекти при подвижни работни площадки (способни да доведат до летален изход или травми с голяма степен на тежест на хората управляващи площадката или намиращи се в непосредствена близост до нея) съгласно експертната оценка на риска [13] са дадени в табл. 4. В същата таблица в последните четири колонки са дадени стойностите на отделните коефициенти от извършен FMECA анализ за всеки отказ.

Таблица 2 - Критерии за откриване на отказа

Характеристика на откриването	Критерий - възможност за откриване на отказа въз основа на предвиден контрол	Вероятност	Ранг
Практически възможно	Предвиденият контрол почти винаги открива потенциална причина и отказа	$5 \cdot 10^{-1}$	1
Много добро	Много висок шанс за откриване на отказа	$1,25 \cdot 10^{-1}$	2
Добро	Висок шанс за откриване на отказа	$5 \cdot 10^{-2}$	3
Умерено добро	Умерено висок шанс за откриване на отказа	$2,5 \cdot 10^{-2}$	4
Умерено	Умерен шанс за откриване на	$1,25 \cdot 10^{-2}$	5
Слабо	Нисък шанс за откриване на отказа	$2,5 \cdot 10^{-3}$	6
Много слабо	Много нисък шанс за откриване на отказа	$1 \cdot 10^{-3}$	7
Лошо	Малко вероятно е откриването на отказа	$2,5 \cdot 10^{-4}$	8
Много лошо	Почти невероятно е откриването на отказа	$5 \cdot 10^{-5}$	9
Практически невъзможно	Предвидения контрол не може да открие потенциалната причина и отказа	$1 \cdot 10^{-6}$	10

Таблица 3 - Тежест на последствията от вида на отказа

Тежест на последствията	Критерий	Ранг
Отсъства	Няма последствия	1
Незначителна	Минимални последствия	2
	Много малки последствия	3
Ниска	Малки последствия	4
	Незначителни последствия	5
Умерена	Умерени последствия	6
Висока	Значителни последствия	7
Много висока	Много значителни последствия	8
Опасна с предупреждения за опасности	Тежки последствия - опасни за здравето на хората	9
Опасна без предупреждение за опасности	Много тежки последствия – опасни за живота на хората	10

Заклучителен етап от анализа на риска на подвижните работни площадки се използват препоръки за намаляване на риска. [3]

Таблица 4 - FMECA анализ

№	Опасни дефекти и откази	КВВ	КТП	КВО	КДР
1	Отсъствие или отказ на датчика за претоварване	4	9	3	108
2	Отсъствие или отказ на електрическите изключватели	3	9	4	108
3	Прекъсната кабелна инсталация	4	8	5	160
4	Отказ на хидравличните разпределители	5	8	4	160
5	Отказ на хидравличната помпа	5	8	3	120
6	Наличие на течове от хидравличната система	3	9	5	135
7	Липсващ или неработещ манометър за налягането на маслото	3	7	5	105
8	Наличие на пукнатини по платформата	4	8	5	160
9	Недопустима деформация на металната конструкция	4	8	5	160
10	Неработоспособност на изнасящите се опори	3	9	4	108

ЗАКЛУЧЕНИЕ

Предложена е методика за оценка на риска и анализ на безопасността при подвижни работни площадки, съобразена с новите Европейски нормативни изисквания.

Идентифицираните опасни дефекти и откази с тази методика, могат да се анализират чрез Fault Tree Analysis (FTA) (Анализ чрез дървото на отказите), което значително ще намали риска от авария.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Брагин В.В, Ф. Чабон, Оценка риска и последствий отказов комплексной системм, конструкции, процессов, Ярославль, 1997.
- [2] Георгиев Н. „Основи на теорията на надеждността“, ВТУ „Тодор Каблешков“, 2009г.;
- [3] Короткий А.А., Управление промышленной безопасностью подъемных сооружений, Вестник Владикавказского научного центра, том 8, №3, 2008 г., 65-73 с.
- [4] Карапетков Ст., Л. Димитров, Н. Коцев, Б. Григоров, Л. Лазов, Повторна петорна съдебно-техническа експертиза относно инцидент с автовишка AKLIFT 31500, София, 2013 г.
- [5] Коцев Н., Кр. Кръстанов, Анализ на риска на специални технически средства “Паяци“, XVII Международно научно-техническа конференция «Транспорт 2006», ВТУ «Тодор Каблешков», 9-10 Ноември, София 2006 г.
- [6] Коцев Н., Л. Лазов, Безопасност и оценка на риска при товароподемни кранове, НКМУ по Авиационна, автомобилна и железопътна техника и технологии, BulTrans - 2014, Созопол, сборник доклади, 110-114 с.
- [7] Кръстанов Кр., Устойчивост и безопасност при работа с автомобилни кранове, Българско списание за инженерно проектиране, бр.14 август 2012, стр.35- 42, ISSN 1313 – 7530
- [8] Маринков К., Изследване на техническото състояние на различни видове подвижни работни площадки, XXV Международно научно-техническа конференция «Транспорт 2021», ВТУ «Тодор Каблешков», 7-9 Октомври, София 2021 г.
- [9] Цветков Ц., Оценка на риска при експлоатация на бордови кранове, Механика Транспорт Комуникации, том 17, брой 3, 2019г.
- [10] БДС EN 12100:2011г. Безопасност на машините. Общи принципи за проектиране. Оценяване на риска и намаляване на риска.
- [11] ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Метод оценки риска. М., Стандартиформ, 2012.
- [12] ГОСТ Р 51901.12-2007 Метод анализа видов и последствий отказов, М., Стандартиформ, 2008.
- [13] <https://www.damtn.government.bg/>

ABOUT RISK ASSESMENT OF MOBILE WORK SITES

Kiril Marinkov
kmarinkow@vtu.bg

**Todor Kableshkov Higher School of Transport,
1574 Sofia, 158 Geo Milev Str.,
BULGARIA**

Key words: *Mobile work platforms, safety assessment and risk analysis.*

Summary: *This paper proposes a method for risk assessment of mobile work platforms exploitation. The proposed method consists comparing between the revealed dangerouses and the criterias for acceptable risk level or acceptable risk. The first step is determining of the operating conditions of the mobile work platforms, hers duty cycles and the cranes physical condition. Is performed consist the identification of the dangerous occur in the exploitation, the possible faults and the causes had leads to them. The faults are classified by two attributes: place of occurrence and cause of occurrence, and the probability analysis of the safety is performed with the FMECA method.*

The method of the expert assessment of the adverse event frequencies is limited to the statistical processing of score ratings by a group of qualified experts who answered five questions about the relative severity of the significant dangers identified in their estimation. On the basis of the hazard index obtained, the qualitative and quantitative indicators of the adverse event frequencies are determined.

In conclusion, recommendations have been made to reduce the risk in the loader mobile work platforms exploitations.