

БЕЗОПАСНА ЕКСПЛОАТАЦИЯ НА ТРАНСМАНИПУЛАТОРИ

Красимир Кръстанов

kkrastanov@vtu.bg

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

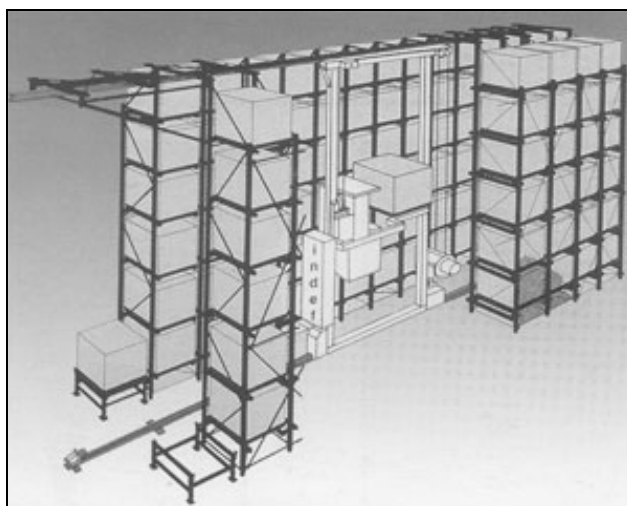
Ключови думи: трансманипулатори, безопасност, надеждност

Резюме: Оценката на безопасност на един трансманипулатор на етапа на проектиране, дава възможност за вземане на обективно решение при вариантното проектиране. Анализирани са възможни мерки за повишаване на безопасността и безотказната работа на трансманипулатори съгласно изискванията на стандарта EN 528:2009.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Трансманипулаторите са подемно-транспортни складови машини, специализирани за обслужване на стелажни складове.

Трансманипулаторите могат да се адаптират за работа при специфични условия, като например: температурен режим до (-300С), висока влажност на въздуха или режим на работа при по-високи от стандартните скорости.



фиг.1. Двуколонен трансманипулатор

С оглед повишаване на безопасността при работа трансманипулаторите имат специални осигурителни устройства и блокировки, по-важни от които са [1]: блокиране на механизмите за пътуване и подем, когато работи механизмът за странично изнасяне; деблокиране на намалената скорост на механизма за вдигане, когато вилците са в крайно външно положение (дълбоко в стелажната клетка); предпазен съединител в

механизма за изнасяне, който преплъзва, ако палетата не е влязла в отвора на стелажната клетка; ловители на товарната количка, които се задействат, в случай че се разхлаби или скъса въжето или товарната количка се спуска с голяма (недопустима)

скорост $V_{недопу.} = (1,15 \div 1,40)V_n$

Стандарта EN 528:2009-1 като тип C стандарт (стандарт за безопасност на машини) определя изискванията за безопасност на трансманипулатори чрез установяване на стойности на показателите по различни функции.

2. ИЗИСКВАНИЯ ЗА БЕЗОПАСНОСТ ПРИ РАБОТА С ТРАНСМАНИПУЛАТОРИ

За да се гарантира правилна и безопасна експлоатация на трансманипулатора и, ако е необходимо, и на специални устройства трябва да бъдат включени най-малко следните изисквания за експлоатация [4]:

- трансманипулаторът трябва да се управлява от подходящи и правоспособни лица, най-малко навършили 18 години, предварително обучени, на които с писмена заповед им е поверено от собственика или негов упълномощен представител управлението на машината;

- поне един път на ден операторът на трансманипулатора трябва да се убеди в изправността на спирачките, крайните прекъсвачи и предупредителните устройства. При неправилно функциониране на някое от тези устройства или при появата на други видимо опасни неизправности, машината не трябва да се използва преди отстраняването им.

Ако подобни неизправности се появят по време на работа, трансманипулаторът трябва веднага да бъде спрян. Всички неизправности трябва да бъдат незабавно обявявани и видът им да се записва в специално предназначена за това книга или подобен документ.

- преди пускането на трансманипулатора в движение в стелажен коридор, операторът трябва да се увери, че в коридора няма хора и препятствия;

- влизането на неупълномощени лица в стелажните коридори и в зоните около тях, както и преминаването през тях е строго забранено. Достъпът до тези зони трябва да бъде ограничен до специално упълномощени лица, които са точно информирани и които използват мерките, предвидени за тяхната безопасност.

- когато се работи в зона съседна на зоната на работа на трансманипулатора, трябва да се използва пропуск до работната система, за да се контролира всеки достъп до охраняваните пътища. Пропускът трябва да осигури следното:

- а) В зоната се допуска да работят само лица, упълномощени поименно писмено за извършване на специални задачи;

- б) Упълномощените лица трябва да бъдат само тези, които са получили подходящо обучение;

- в) Такова обучение трябва да гарантира, че лицата разбират следното:

- естеството на опасностите, които могат да възникнат при навлизане в работната зона на машината извън мястото за комисиониране;

- мерките, които трябва да се вземат за предотвратяване на подобни опасности;

- отделните и допълнителни процедури, които да се следват, ако е необходимо да се влезе в зоната на работа на машината.

Устройствата за безопасност на трансманипулатора и работната зона не трябва да се изключват или да се злоупотребява с тях.

Не трябва да се превишава максимално допустимото натоварване на трансманипулатора.

Товарът трябва да е разположен върху товароносещото устройство така, че да не е възможно да се измества или пада при нормална експлоатация. Разположението на товара трябва да гарантира, че нито една част от него не излиза извън габарита на контура на товароносещото устройство [5].

Стоките трябва да се складираат по стелажите така, че да не стърчат в зоната на движение на трансманипулатора.

При ръчно управлявани трансманипулатори операторът трябва, когато напуска машината да прибере ключа от превключвателя, за да предотврати неразрешеното му ползване.

При напълно автоматични инсталации, трябва да има на разположение само един ключ (или комплект ключове).

При нормална експлоатация операторът трябва да достига или напуска работното си място само когато трансманипулаторът е в предвиденото за тази цел положение.

Лицата, упълномощени за работа с трансманипулатора трябва по време на първоначалното обучение и периодично най-малко веднъж в годината да упражняват процедурите за безопасност в случай на авария, включително като използват евакуационни маршрути.

За всеки трансманипулатор трябва да бъде заведена прономерована и прошнурована книга (дневник), в която да се вписват резултатите от освидетелстването, неизправностите, открити по време на работа и предаване на дежурството, извършените ремонти и други. Бележките се вписват от механика или техническия ръководител на обекта.

Трансманипулаторът и релсовият път трябва да са проектирани и изпълнени така, че той да не може да се преобърне даже по време на действие на устройствата за безопасност.

Коефициентът на устойчивост при работа на трансманипулатори се изчислява по следния начин:

$$(1) \quad v_s = \frac{\Sigma \text{стабилизиращи моменти}}{\Sigma \text{преобръщащи моменти}}$$

Въздействието върху устойчивостта в резултат на номиналния товар допълнен с този на хората и хоризонталните сили, дължащи се на масите, свързани с машината, може да се вземе в предвид само когато то действително съществува при определените комбинации на натоварване. Ако устойчивостта е осигурена от допълнително съоръжение, то това съоръжение трябва да е проектирано за тази цел. В случай, че има устройства против преобръщане, които включват главите на релсите, релсите, техните закрепващи елементи, направляващите и свързаните части, те трябва да могат да издържат на възникналите сили.

Хоризонталните динамични сили, дължащи се на масата на номиналния товар допълнен с този на хората върху трансманипулатора и всички негови части над долната количка, трябва да се умножат с коефициент 2, за да се вземе в предвид въздействието от трептенията. Този коефициент не трябва да се използва в случай на удар в буфера.

При нормални работни условия машината трябва да се счита безопасна срещу преобръщане, когато коефициентът на устойчивост е $v_s \geq 1,5$. Тук трябва да се вземе под внимание най-неблагоприятната ос на катурване, моментите, дължащи се на самата машина и номиналният товар допълнен с този на хората, хоризонталните сили от масите и там, където е приложимо - натоварването от вятър, за всяко условие на натоварване при най-неблагоприятните комбинации на натоварване.

3. ОПРЕДЕЛЯНЕ БЕЗОТКАЗНА РАБОТА НА ТРАНСМАНИПУЛАТОРИ

Съществува стройна система за изследване безопасността на машините. Инцидентите дължащи се на ползвателите на трансманипулаторите принадлежат на свикването с опасността до степен на навик, както и подценяването на опасностите, което би могло да доведе до пренебрегване на мерките за безопасност. Инцидентите, дължащи се на операторите на машините, често се предизвикват и от високо ниво на стрес или просто неспазване на съществуващите изисквания за безопасна работа. Свой принос към тези фактори имат недобрата поддръжка на съоръженията и лошото обучение.

Други фактори, водещи до инциденти, се дължат на самите трансманипулатори. Обикновено тук се включват конструктивни недостатъци или неадекватни мерки за сигурност. Познати са случаи, при които се използват трансманипулатори, неподходящи за съответната работна среда. Често инцидентите са следствие и от характерни за самите машини опасности при експлоатацията им.

И не на последно място се включват фактори, предизвикани от работата с машини. В нея попадат факторите, дължащи се на спецификите в дейността на конкретното предприятие. Например, технологично обусловените рискове от движение на персонала или оборудването.

Най-често вероятността за безотказна работа на трансманипулаторите – $P(t)$ която се изчислява за ремонтируеми елементи и възли (ходови колела, редуктори и др.) може да се определи по зависимостта [1]:

$$(2) \quad P(t_0, t_2) = \exp\left\{-\int_{t_1}^{t_2} \omega(t) dt\right\} \quad ()$$

където:

$\omega(t)$ е параметър на потока на отказите

Интензивността на отказите $\lambda(t)$ може да се представи с зависимостта:

$$(3) \quad \lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)}$$

където:

$f(t)$ е плътността на разпределение на времето за безотказна работа

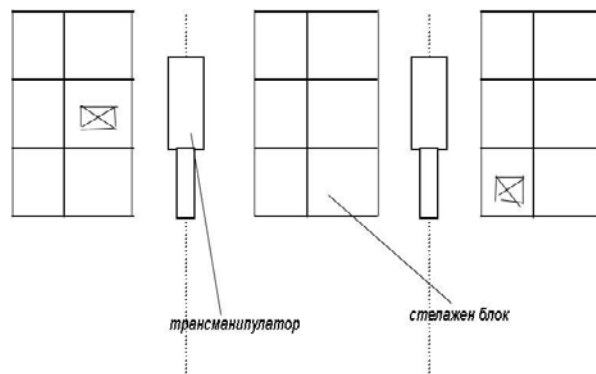
За вероятността за безотказна работа на система от паралелно работещи трансманипулатори (фиг.2) може да се използва зависимостта:

$$(4) \quad P_c(t) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - P_i(t)] \quad ()$$

където:

$P_c(t)$ е вероятност за безотказна работа на системата от n елемента за време t .

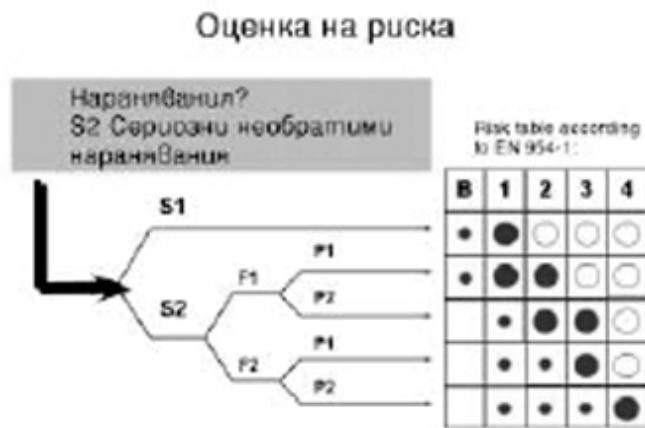
$P_i(t)$ - вероятността за безотказна работа на i -та машина в системата за време t .



фиг.2. Система с паралелно работещи трансманипулатори

4. ОЦЕНКА НА РИСКА ПРИ РАБОТА НА ТРАНСМАНИПУЛАТОРИ

Европейският стандарт за безопасност БДС CR 954-100:2004, който въвежда изискванията към системите за безопасност на машинното оборудване може да се използва за трансманипулатори. Стандартът въвежда строга система за оценка на риска на основата на три важни параметъра - S, F и P.



Фиг.3. Скала за оценка на риска според БДС CR 954-100:2004

Параметърът S се отнася до нараняванията и съответно има две стойности - S1 и S2. В групата на S1 попадат всички леки, тоест водещи до пълно възстановяване наранявания. Втората група S2 обхваща тежките, познати още като необратими наранявания на един или няколко човека. Чрез параметъра F се въвежда честотата или продължителността на периода, през който човек се излага на опасност. Този параметър също има две стойности - F1, съответстваща на рядко или кратковременно излагане, и F2 - често до постоянно или продължително излагане. Третият параметър за оценка на риска P отразява възможността за избягване на опасността. Логично параметърът P има стойност P1, когато при известни обстоятелства съществува вероятност за избягване на опасността, и P2, в приложения, при които да се избегне опасността е невъзможно.

Стандартът БДС CR 954-100:2004 въвежда таблици, чрез които много лесно на базата на параметрите S, F и P се оценява степента на риск - от 1 до 4. Съответно най-минимален е рискът със стойност 1, а максимален е, когато има стойност 4. В зависимост от степента на риск се определят изискванията към системата за безопасност и нейните компоненти.

На трансманипулаторите трябва да бъдат предвидени устройства за аварийно спиране в съответствие с EN 418 и EN 60204-1 за спиране на машината без създаване на допълнителни рискове. Органите, задействащи устройствата за аварийно спиране, трябва да бъдат разположени на работното място на оператора или на мястото за аварийно управление [4].

Трансманипулаторът трябва да бъде снабден с устройство за предпазване от дерайлиране, например профилиран листов материал около главата на релсата, което да действа ефективно даже в случай на повреда на ходовите колела или направляващите ролки.

Трябва да се предвидят блокировки, които да позволяват странично движение на товароносещото устройство само, когато трансманипулаторът е спрял. При изнесено товароносещо устройство вдигането и придвижването трябва да са възможни само при микроскорост, предвидена за тази цел.

При автоматични трансманипулатори трябва да са предвидени блокировки (например сензори за положението на вилицата или товара), които да предпазват от

случаен допир на товара или товароносещото устройство със стелажите или други предмети, например при следните особени случаи:

- a) трансманипулаторът не е в хоризонтална и/ или вертикална позиция;
- b) нецентриран товар;
- c) нецентрирана вилица;
- d) заета клетка.

Силите, създавани от трансманипулатора, които се предават на ходовите и направляващите релси на стелажите и буферите, трябва да бъдат взети под внимание при всички нормални и аварийни работни условия. Тези сили не трябва да създават някакви недопустими деформации или напрежения, свързани с конструкцията на сградата чрез използване на достатъчен динамичен коефициент.

Трансманипулаторите и трансбордъорите трябва да са изработени и монтирани така, че да не е възможен сблъсък между трансманипулатор, трансбордъор или товар и неподвижни масивни предмети, например стелаж или части от строителни конструкции, като се вземат предвид допустими отклонения, деформации, вибрации, износване и др.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализирани са опасностите и са посочени мероприятия за постигане на необходимата безопасност при работа на трансманипулатори.

2. Представена е методика за определяне вероятността за безотказна работа на трансманипулаторите

3. Дадена е скала за оценка на риска при работа с трансманипулатори.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Дивизиев В., И.Коларов, М.Проданов, П.Караиванов „Подемно-транспортни машини и системи”, Техника, 1993 г.

[2] Коцев Н., Кр. Кръстев, Кр. Кръстанов Надеждност и безопасност на трансманипулатори, 13-та научно-техническа конференция Автоматизация на дискретното производство, Октомври 2004

[3] Кръстев К., А. Михайлов, В. Спасов, Я. Бояджиев Складови и транспортно-складови системи. Изд. “Техника”; С., 1992

[4] БДС EN 528:2009 Трансманипулатори

[5] FEM 9.753 Safety rules for storage and retrieval machines

[6] <http://www.tgw-group.com>

[7] БДС CR 954-100:2004 Безопасност на машините. Части от системите за управление, свързани с безопасността. Част 100: Ръководство за използване и прилагане на EN 954-1:1996