

СУЧАСНІ ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ДО ДВОРУЧНИХ ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВИМ ОБЛАДНАННЯМ

Каптанов С. Ф., к.т.н., доц. (каф. ОПШЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)»

Анотація. Проаналізовано сучасні вимоги безпеки до дворучних пристроїв управління промисловим обладнанням. Визначені основні вимоги стандарту ISO 13851 щодо функціональних аспектів та принципів конструювання таких пристроїв, а також основні особливості стосовно вибору їх типу в залежності від існуючих ризиків.

Ключові слова: безпека машин, дворучні пристрої управління, ризики, небезпеки.

Abstract. The modern safety requirements for two-hand control devices of industrial equipment are analyzed. The basic requirements of ISO 13851 concerning the functional aspects and design principles of such devices are defined, as well as the basic features of the choice of their type depending on the existing risks.

Keywords: safety for machines, for two-hand control devices, risks, dangers.

Вступ. Застосування дворучних пристроїв управління, які виконують функції захисних запобіжних пристроїв, дозволяє максимально зменшити можливі ризики отримання травм та професійних захворювань, що особливо важливо у разі експлуатації промислового обладнання з підвищеним рівнем небезпеки.

Також слід зазначити, що в процесі проектування пов'язаних з безпекою систем управління промисловим обладнанням, вибір типу та конструкції дворучних пристроїв управління необхідно визначати, в першу чергу, в залежності від існуючих ризиків та небезпек, а також з обов'язковим урахуванням існуючих вимог сучасних стандартів, що регламентують вимоги безпеки до таких пристроїв.

Аналіз стану питання. Основними нормативними документами, які визначають вимоги безпеки щодо розробки, проектування та експлуатації дворучних пристроїв управління, є Directive 2006/42/EC і діючі у цій сфері технічні регламенти та стандарти EN ISO 12100-1/2, ISO 14121-1:2007, EN 954-1 (ДСТУ EN 954-1: 2003), EN ISO 13849-1 (ДСТУ EN ISO 13849-1-2016), IEC 62061 та ISO 13851 [1-8]. Особливе місце серед них займає стандарт ISO 13851 «Safety of machinery -- Two-hand control devices -- Functional aspects and design principles» [6], який в основному і регламентує сучасні вимоги безпеки і визначає функціональні аспекти та принципи конструювання таких дворучних пристроїв управління промисловим обладнанням.

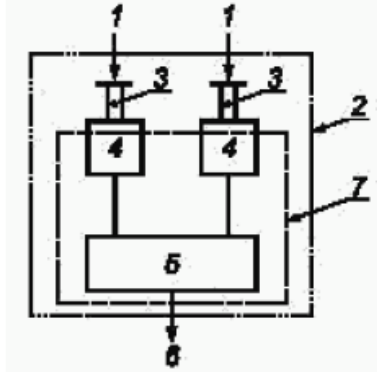
Мета роботи: визначення сучасних вимог безпеки до дворучних пристроїв управління промисловим обладнанням, а також основних особливостей щодо функціональних аспектів та принципів конструювання таких пристроїв і вибору їх типу в залежності від існуючих ризиків та небезпек.

Методики, матеріали і результати досліджень.

Основні терміни та визначення.

Дворучний пристрій управління (Two-hand control device): пристрій, який потребує одночасного використання обох рук для приведення обладнання (машини) у дію і управління ним у разі виникнення небезпечного стану з метою захисту оператора, який керує цим обладнанням.

Вхідний сигнал (Input signal): зовнішній сигнал, що передається виконавчому пристрою управління рукою оператора (див. рис.1).

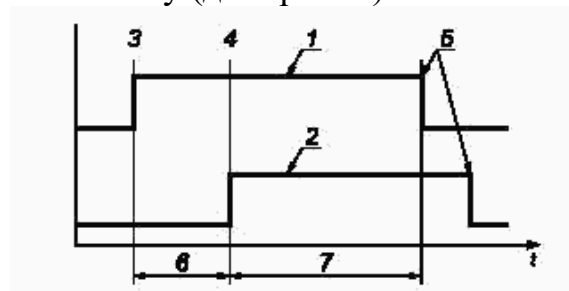


1 – вхідний сигнал; 2 – дворучний пристрій управління; 3 – виконавчий пристрій управління; 4 – перетворювач сигналів; 5 – пристрій для обробки сигналів; 6 – вихідний сигнал; 7 – логічний блок.

Рис. 1. Блок схема дворучного пристрою управління

Виконавчий пристрій управління (Control actuating device): складова частина дворучного пристрою управління, яка приймає вхідний сигнал від руки оператора і передає його перетворювачу сигналу.

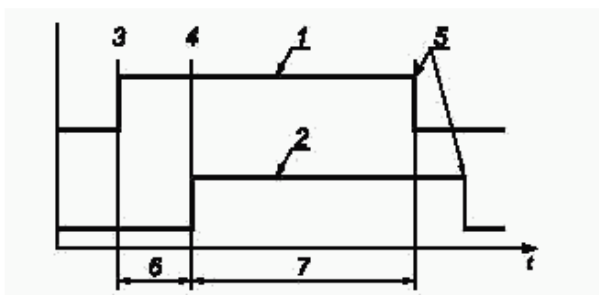
Одночасне приведення в дію (Simultaneous actuation): безперервна дія обох виконавчих пристроїв управління протягом однакового інтервалу часу незалежно від затримки у часі між початком першого вхідного сигналу і початком другого вхідного сигналу (див. рис. 2).



1 – перша рука оператора; 2 – друга рука оператора; 3 – початок першого вхідного сигналу; 4 – початок другого вхідного сигналу; 5 – закінчення вхідних сигналів; 6 – затримка у часі не визначена, одночасне приведення в дію; 7 – інтервал часу при одночасному приведенню в дію.

Рис. 2. Вхідні сигнали у випадку одночасного приведення в дію

Синхронне приведення в дію (Synchronous actuation): окремий випадок одночасного приведення в дію, коли затримка у часі між початком першого вхідного сигналу і початком другого вхідного сигналу не перевищує 0,5 сек (див. рис. 3).



1 – перша рука оператора; 2 – друга рука оператора; 3 – початок першого вхідного сигналу; 4 – початок другого вхідного сигналу; 5 – закінчення вхідних сигналів; 6 – затримка у часі ($t < 0,5$ сек), синхронне приведення в дію; 7 – інтервал часу при синхронному приведенню в дію.

Рис. 3. Вхідні сигнали у випадку синхронного приведення в дію

Перетворювач сигналу (Signal converter): складова частина дворучного пристрою управління, що приймає вхідний сигнал від виконавчого пристрою управління та передає і (або) перетворює цей сигнал у форму, яка прийнятна для пристрою обробки інформації (див. рис. 1).

Пристрій обробки сигналу (Signal processor): складова частина дворучного пристрою управління, що генерує вихідний сигнал у результаті обробки двох вхідних сигналів (див. рис. 1).

Вихідний сигнал (Output signal): сигнал, що генерується дворучним пристроєм управління, який забезпечує управління обладнанням і заснований на одній парі вхідних сигналів (див. рис. 1).

Час спрацювання (Response time): інтервал часу між відключенням виконавчого пристрою управління і закінченням вихідного сигналу.

Мобільні дворучні пристрої управління (mobile two-hand control device): пристрій, який може переміщатися та застосовуватися більш ніж в одній позиції по відношенню до небезпечної зони обладнання, що управляється цим пристроєм.

Класифікація за категоріями пов'язаних з безпекою елементів системи управління промисловим обладнанням.

Згідно із стандартами EN 954-1 та EN ISO 13849-1 усі пов'язані з безпекою елементи системи управління промисловим обладнанням (машинами та механізмами) класифікуються за наступними категоріями:

- Категорія B (базова категорія)

Пов'язані з безпекою елементи системи управління повинні бути, як мінімум, сконструйовані відповідно до сучасного рівня техніки і повинні протистояти очікуванім зовнішнім впливам.

- Категорія 1 (додатково до категорії B)

Пов'язані з безпекою елементи системи управління повинні бути розроблені і сконструйовані з використанням перевірених компонентів і надійних принципів безпеки.

- Категорія 2 (додатково до категорії B)

Функції елементів системи управління, які пов'язані з безпекою, повинні періодично контролюватися (тестування, діагностика) з відповідними часовими

інтервалами. Як правило, тестування (діагностика) здійснюється періодично під час роботи з урахуванням аналізу існуючих ризиків. Тестування (діагностика) може здійснюватися автоматично або вручну, але обов'язково при кожному запуску і, бажано, перед виникненням можливої небезпечної ситуації.

- *Категорія 3 (додатково до категорії B)*

Одиночна несправність у частинах пов'язаної з безпекою системи управління не призводить до втрати функцій безпеки всієї системи. В той же час, оскільки в системі управління не використовується функція самоконтролю і тому не всі несправності можуть бути виявлені, то накопичення таких невиявлених несправностей все ж таки може з часом викликати небезпечну ситуацію.

- *Категорія 4 (додатково до категорії B)*

Одиночна несправність у частинах пов'язаної з безпекою системи управління не призводить до втрати функції безпеки всієї системи. При використанні функції самоконтролю ця несправність повинна бути виявлена негайно або до виникнення наступної потенційної небезпеки. Якщо це неможливо, то повинні бути забезпечені такі умови, при яких накопичення несправностей не призводило би до втрати функцій безпеки всієї системи управління.

Характеристики основних функцій безпеки дворучних пристроїв управління.

З урахуванням вимог стандарту ISO 13851, дворучні пристрої управління повинні забезпечувати наступні характеристики функцій безпеки.

1. *Використання обох рук (одночасне приведення в дію).*

Дворучний пристрій управління повинен бути сконструйований таким чином, щоб для приведення його в дію оператор був вимушений використовувати обидві руки в один і той же самий інтервал часу, при цьому кожна рука повинна знаходитися на відповідному для неї виконуючому пристрої. Введення в дію не залежить від будь-якої затримки у часі між початком кожного з двох вхідних сигналів (див. рис. 2).

2. *Зв'язок між вхідними сигналами та вихідним сигналом.*

Вхідні сигнали, що подаються на кожен з двох виконуючих пристроїв, повинні сумісно створювати та підтримувати вихідний сигнал дворучного пристрою управління до тих пір, поки подаються обидва вхідних сигналів. Форма вихідного сигналу (наприклад, кількість каналів, конфігурація і т. ін.) може змінюватися в залежності від конструктивних вимог у кожному конкретному випадку. При цьому коло управління обладнанням повинно завжди розпізнати та ідентифікувати його як єдиний вихідний сигнал.

3. *Закінчення вихідного сигналу.*

Відключення одного або двох виконуючих пристроїв управління означає закінчення вихідного сигналу.

4. *Запобігання випадкового приведення в дію.*

Ймовірність випадкового приведення в дію виконуючих пристроїв управління повинна бути мінімальною.

5. *Запобігання можливості обходу.*

Конструкція дворучного пристрою управління повинна передбачати заходи захисту для запобігання можливості його обходу.

6. *Повторний початок вихідного сигналу.*

Повторне отримання вихідного сигналу можливо лише тільки після відключення обох виконавчих пристроїв управління.

7. *Синхронне приведення в дію.*

Вихідний сигнал може бути отриманий лише тільки у випадку, коли обидва виконуючих пристроїв управління приведені у дію з часом затримки по відношенню один до одного не більше 0,5 сек. ($t \leq 0,5$ сек.).

Механічні дворучні пристрої управління створюють вихідний сигнал лише тільки за умови дотримання вимог просторового переміщення обох виконуючих пристроїв управління.

У випадку несинхронного приведення в дію виконуючих пристроїв управління вихідний сигнал не створюється.

**Примітка: У випадку використання двох та більше дворучних пристроїв управління одним і тим самим обладнанням, синхронне приведення в дію вимагається лише тільки стосовно кожного пристрою і не вимагається між пристроями.*

Типи дворучних пристроїв управління та їх вибір.

Вибір дворучних пристроїв управління вимагає обов'язкового попереднього проведення процедури оцінки ризику відповідно до вимог стандарту ISO 12100-1 [3].

Згідно до вимог EN ISO 12100-1, застосування будь-яких захисних заходів, повинно здійснюватися за наступною послідовністю (див. рис.4).

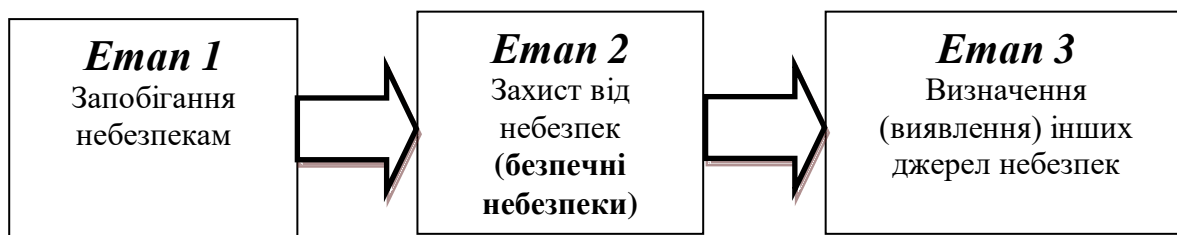


Рис.4. Послідовність виконання захисних заходів згідно з EN ISO 12100-1

Етап 1. Запобігання небезпекам: усунення існуючих небезпек та зниження рівнів можливих ризиків за рахунок відповідних конструктивних заходів на етапі проектування та розробки машини.

Етап 2. Захист від небезпек: зниження рівнів можливих ризиків за рахунок введення необхідних захисних заходів.

Етап 3. Визначення (виявлення) інших джерел небезпек: зниження рівнів можливих ризиків за рахунок надання додаткової необхідної інформації /попереджень/ про залишкові ризики.

Відповідно до стандарту ISO 13851 усі дворучні пристрої управління класифікуються за наступними трьома типами: I, II та III. В свою чергу, тип III може мати наступні види: III A, III B та III C. Необхідно чітко усвідомити, що

кожен з цих типів має свої індивідуальні функціональні характеристики та забезпечує можливість виконання відповідних лише йому мінімальних заходів з безпеки (див. табл. 1).

Таблиця 1.

Типи дворучних пристроїв управління, їх функціональні характеристики та мінімальні заходи з безпеки

Вимоги безпеки (функції безпеки, категорії безпеки)	Тип				
	I	II	III		
			A	B	C
Використання обох рук (одночасне приведення в дію)	+	+	+	+	+
Зв'язок між вхідними сигналами та вихідним сигналом	+	+	+	+	+
Закінчення вихідного сигналу	+	+	+	+	+
Запобігання випадковому приведенню в дію	+	+	+	+	+
Запобігання можливості обходу	+	+	+	+	+
Повторний початок вихідного сигналу	**	+	+	+	+
Синхронне приведення в дію	-	-	+	+	+
Застосування категорії 1 (ISO 13849-1)	+	-	+	-	-
Застосування категорії 3 (ISO 13849-1)	-	+	-	+	-
Застосування категорії 4 (ISO 13849-1)	-	-	-	-	+
<p>*Примітки: 1. Знак «+» означає застосування пристрою дворучного управління, знак «-» – це неможливість застосування. 2. ** Додатково повинні бути передбачені заходи щодо запобігання можливості обходу шляхом блокування одного виконуючого пристрою управління.</p>					

Особливості застосування відповідних категорій безпеки до існуючих типів дворучних пристроїв управління.

При виборі категорії безпеки дворучних пристроїв управління необхідно обов'язково враховувати той факт, що вона не повинна бути нижчою, ніж категорія відповідного елемента пов'язаної з безпекою системи управління обладнанням. Особливості застосування відповідних категорій безпеки за стандартом ISO 13849-1 до існуючих типів дворучних пристроїв управління наведені у таблиці 2.

Таблиця 2.

Особливості застосування відповідних категорій безпеки за стандартом ISO 13849-1 до існуючих типів дворучних пристроїв управління

Категорія	Перелік вимог	Тип дворучного пристрою управління
В	Елементи пов'язаних з безпекою систем управління і/або їх запобіжні пристрої, а також їх компоненти повинні бути розроблені, сконструйовані, вибрані, змонтовані і з'єднані згідно із відповідними стандартами таким чином, щоб вони могли протистояти очікуваним зовнішнім впливам	—
1	Необхідно застосовувати вимоги категорії В. Слід використовувати лише перевірені компоненти, які пройшли відповідні випробування і надійні, перевірені принципи безпеки	І та ІІ А
2	Необхідно застосовувати вимоги категорії В та надійні, перевірені принципи безпеки. Функцію безпеки слід перевіряти через відповідні інтервали часу системою управління обладнанням	—
3	Необхідно застосовувати вимоги категорії В та надійні, перевірені принципи безпеки. Пов'язані з безпекою елементи, повинні розроблятися таким чином, щоб: одиначна несправність у частинах пов'язаної з безпекою системи управління не призводила би до втрати функцій безпеки всієї системи; там, де це практично можливо, одиначна несправність повинна бути виявлена	ІІ та ІІ В
4	Необхідно застосовувати вимоги категорії В та надійні, перевірені принципи безпеки. Пов'язані з безпекою елементи, повинні розроблятися таким чином, щоб: одиначна несправність у частинах пов'язаної з безпекою системи управління не призводила би до втрати функцій безпеки всієї системи; одиначна несправність повинна бути виявлена негайно або до виникнення наступної потенційної небезпеки, а якщо це неможливо, то повинні бути забезпечені такі умови, при яких накопичення несправностей не призводило би до втрати функцій безпеки всієї системи управління	ІІІ С

Запобігання випадковому приведенню в дію та можливого обходу дворучного пристрою управління.

Виконуючі пристрої дворучного пристрою управління повинні бути сконструйовані і розташовані таким чином, щоб захисна дія дворучного

пристрою не могла бути легко обійдена і ймовірність випадкового приведення в дію була би мінімальною у відповідності з оцінкою ризику для конкретного застосування.

Повинна бути розглянута можливість використання тільки однієї руки, поєднання використання однієї руки і (або) інших частин тіла і (або) використання простих допоміжних засобів, які би дозволили обійти захисну дію дворучного пристрою управління. І зробити це необхідно таким чином, щоб виключити можливість доступу у небезпечну зону під час виникнення небезпечної ситуації. Як правило, в якості простих допоміжних засобів, можуть бути використанні, наприклад, перемички, шнури, ключі стрічки тощо. Аналогічним чином необхідно розглянути і всі інші можливі випадки щодо випадкового приведення в дію обладнання, наприклад, одягом оператора.

Щодо можливості приведення в дію дворучного пристрою управління двома операторами, у випадках, коли їх дві руки можуть бути вільними, то для запобігання виникненню цієї ситуації рекомендується використовувати синхронне приведення в дію дворучного пристрою управління.

Нажаль гарантовано забезпечити повний захист дворучного пристрою управління від можливості його обходу практично неможливо.

Нижче приведені приклади щодо застосування рекомендованих стандартом ISO 13851 заходів, які можуть достатньо ефективно сприяти запобіганню можливості обходу захисної дії дворучного пристрою управління.

п.1. Запобігання можливості обходу захисної дії за допомогою однієї руки.

Рекомендовані заходи:

- розподіл відстанню (див. рис. 5 а), тобто розташування виконуючих пристроїв управління на відстані друг від друга не менш ніж 280 мм (внутрішній розмір);

- розподіл виконавчих пристроїв управління площадкою з піднесенням (див. рис. 5 б), яка сконструйована таким чином, щоб не допускати торкання виконавчих пристроїв кінцями шнура довжиною 260 мм., який імітує розкриту кисть руки оператора;

- встановлення одного або декількох екранів, які сконструйовані таким чином, щоб не допускати торкання виконавчих пристроїв кінцями шнура довжиною 260 мм., який імітує розкриту кисть руки оператора; (див. рис. 5 в).

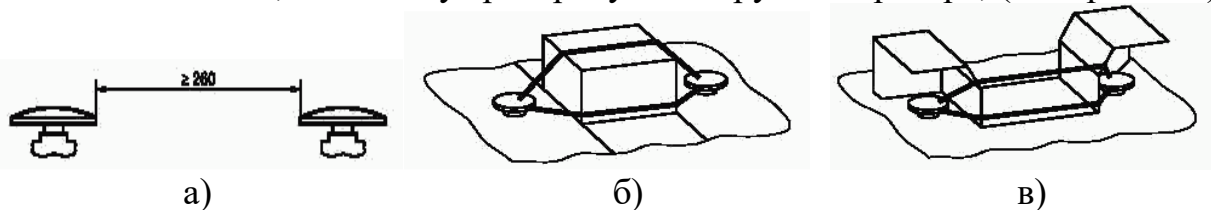


Рис.5. Запобігання можливості обходу захисної дії за допомогою однієї руки:

а) - розподіл відстанню; в) - розподіл площадкою з піднесенням; в) - розподіл екранами

п. 2. Запобігання можливості обходу захисної дії за допомогою кисті руки та ліктя тієї ж руки.

Рекомендовані заходи:

- розподіл відстанню (див. рис. 6 а), тобто розташування виконуючих пристроїв управління на відстані друг від друга не менш ніж 550 мм (внутрішній розмір), при цьому, з урахуванням ергономічних вимог, ця відстань не повинна перевищувати 600 мм.;

- встановлення одного або декількох екранів (див. рис. 6 б) або площадки з піднесенням, які сконструйовані таким чином, що їх конструкція виключає можливість одночасного торкання ліктем руки та кінчиками пальців тієї ж руки виконавчих пристроїв дворучного пристрою управління;

- встановлення додаткових кожухів, конструкція яких повністю виключає можливість приведення в діє виконавчого пристрою ліктем руки (див. рис. 6 в);

- застосування виконавчих пристроїв управління різних типів і (або) напрямів дії (див. рис. 7 а, б, в).

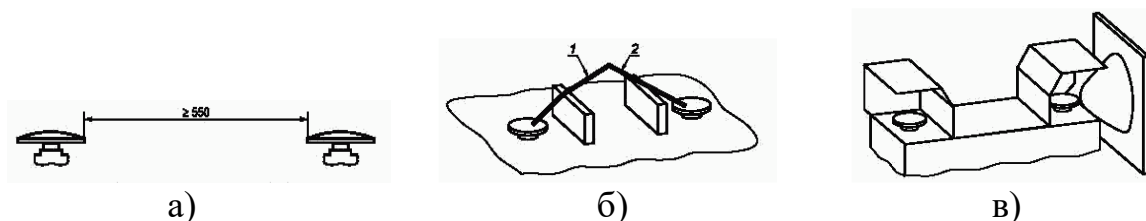


Рис. 6. Запобігання можливості обходу захисної дії за допомогою кисті руки та ліктя тієї ж руки.

а) - розподіл відстанню; б) і в) – розподіл екранами (поз.1 – шнур довжиною 250 мм; поз.2 – стрижень довжиною 300 мм.)

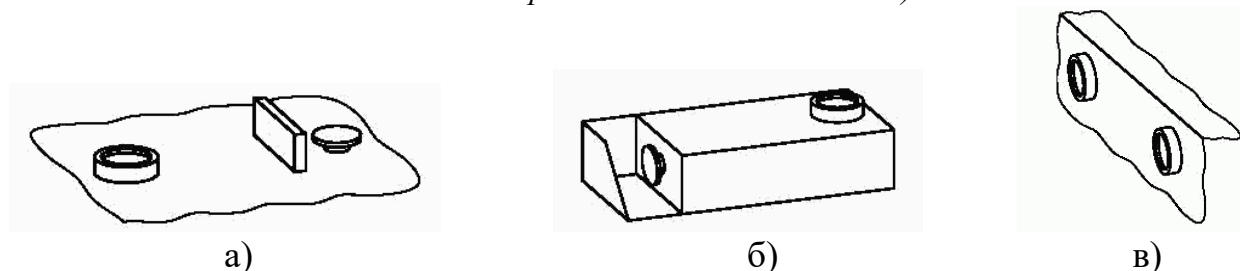


Рис.7. Застосування виконавчих пристроїв управління різних типів і (або) напрямів дії

а) – розподіл захисною втулкою та екраном; б) – розподіл захисною втулкою, екраном та орієнтацією; в) – розподіл захисними втулками та місцем установки

п.3. Запобігання можливості обходу захисної дії за допомогою передпліччя (ів) або ліктя (ів).

Рекомендовані заходи:

- використання відповідних кожухів та захисних втулок, які сконструйовані таким чином, що їх конструкція виключає можливість приведення в дію виконавчих пристроїв дворучного пристрою управління за допомогою передпліччя (ів) або ліктя (ів).

п.4. Запобігання можливості обходу захисної дії за допомогою однієї руки та будь-якої іншої частини тіла (наприклад коліном або стегном).

Рекомендовані заходи:

- встановлення виконавчих пристроїв управління на горизонтальній або майже горизонтальній поверхні, яка розташована на відстані не менш ніж 1100 мм. від рівня підлоги або рівня доступу, що дозволяє запобігти приведенню в дію виконавчі пристрої управління за допомогою стегна;

- встановлення захисних втулок навколо виконавчих пристроїв управління у випадках їх кріплення на вертикальній або майже вертикальній поверхні;

- встановлення кожухів і (або) екранів, які сконструйовані таким чином, що їх конструкція виключає можливість приведення в дію виконавчих пристроїв дворучного пристрою управління за допомогою однієї руки та будь-якої іншої частини тіла.

п.5. Запобігання можливості обходу захисної дії за допомогою блокування виконавчого пристрою управління.

Повинні бути обов'язково передбачені відповідні заходи для запобігання можливості обходу захисної дії за допомогою блокування виконавчого пристрою управління, так як такий спосіб обходу може перетворити дворучний пристрій управління в пристрій управління лише однією рукою, оскільки такий спосіб обходу допускає можливість отримання вихідного сигналу з дворучного пристрою управління за допомогою однієї руки.

Рекомендовані заходи:

- застосування відповідних характеристик повторного отримання вихідного сигналу при управлінні однією рукою в конструкції дворучного пристрою управління для запобігання можливості повторного початку вихідного сигналу при управлінні однією рукою (повторне отримання вихідного сигналу повинно бути можливим лише після відключення обох виконавчих пристроїв управління);

- застосування відповідних характеристик синхронного управління в конструкції дворучного пристрою управління для запобігання можливості повторного початку вихідного сигналу при управлінні однією рукою.

**Примітка: У разі вибору дворучного пристрою управління типу I, необхідно провести ретельну оцінку ризику і визначити, чи є можливість знехтувати такими характеристиками, як синхронне управління та повторне отримання вихідного сигналу.*

п.6. Випадкове приведення у дію.

Ймовірність випадкового приведення в дію дворучного пристрою управління повинна бути мінімальною.

Рекомендовані заходи, це запобіжні заходи за п.1 - п.5, які повинні сприяти мінімізації цієї ймовірності, а також наступні додаткові заходи:

- забезпечення умов, за яких можливо лише навмисне приведення в дію механічних виконуючих пристроїв управління з урахуванням необхідного зусилля та переміщення, які для них передбачені;

- забезпечення умов, за яких можливо лише навмисне приведення в дію немеханічних виконуючих пристроїв управління (наприклад, фотоелектричних

та ємнісних пристроїв) з урахуванням існуючих для них вимог щодо необхідного рівня їх чутливості.

Для виконання вимог стандарту ISO 13851, кожен з приведених вище запобіжних заходів може бути застосований як окремо, так і в поєднанні з іншими. Але в усіх випадках, необхідно обов'язково проводити аналіз небезпек та оцінку існуючих ризиків для кожної конкретної конструкції дворучного пристрою управління і приймати відповідні заходи для її приведення у відповідність до вимог даного стандарту. Також для досягнення безпеки обладнання повинен бути забезпечений відповідний баланс між необхідністю дотримуватися діючих ергономічних принципів з одного боку, та необхідністю забезпечити відповідні заходи щодо запобігання можливості обходу захисної дії дворучного пристрою управління та випадкового приведення в дію виробничого обладнання.

У разі визначення мінімальної безпечної відстані між виконуючими пристроями управління і небезпечно зоною необхідно приймати до уваги:

- швидкість рука/кисть (див. стандарт ISO 13855 [8]);
- форму та розташування дворучного пристрою управління;
- час спрацювання дворучного пристрою управління;
- максимальний час, що необхідний для зупинки обладнання або усунення небезпеки після закінчення вихідного сигналу від дворучного пристрою управління;
- призначене використання виробничого обладнання.

Особливості маркування дворучних пристроїв управління.

Що стосується маркування дворучних пристроїв управління, то його слід виконувати у відповідності до вимог EN ISO 12100-2 та ISO 13851.

Будь який дворучний пристрій управління, який не є складовою частиною виробничого обладнання, повинен мати чітке та довгострокове у часі маркування:

- найменування та адресу виробника або відповідального постачальника;
- дані щодо моделі пристрою;
- серійний номер виробника та рік виготовлення;
- стандарт ISO 13851 та тип дворучного пристрою управління згідно із таблицею 1 (Приклад ISO 13851 – 2005: Тип III C);
- час спрацювання дворучного пристрою управління;
- відповідні робочі дані для електричних дворучного пристрою управління (IEC 60204-1);
- робочій тиск і (або) інші інформаційні дані для пневматичних, механічних та інших неелектричних дворучних пристроїв управління.

**Примітки: 1. Якщо дворучний пристрій управління має два та більше блоків, то принаймні один з них повинен мати приведені вище маркування.*

2. Якщо дворучний пристрій управління є складовою частиною обладнання, то принаймні тип цього пристрою та найменування стандарту ISO 13851 повинні бути вказані на відповідній поверхні обладнанні (табличці для маркування або поряд з розташуванням виконавчих пристроїв управління).

Висновки. Підсумовуючі результати проведеного аналізу, можна констатувати, що чітке виконання вимог стандарту ISO 13851 щодо дотримання функціональних аспектів та принципів конструювання дворучних пристроїв управління і вибору їх типу в залежності від існуючих ризиків та небезпек гарантовано забезпечує максимально високі рівні безпеки дворучних пристроїв управління виробничого обладнання та мінімальні ризики щодо можливості отримання виробничих травм та професійних захворювань.

Література

1. Machinery Directive: Directive 2006/42/EC of the European Parliament and of the Council of 17 May 2006. / Official Journal of the European Union — 09.06.2006. — L157. — pp. 24-86.

2. Постанова КМ України від 30 січня 2013 р. № 62 про затвердження Технічного регламенту безпеки машин (із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 632 від 28.08. 2013 року).

3. EN ISO 12100-1/2 «Safety of machinery – Basic concepts. – General principles for design and risk evaluation.».

4. ДСТУ EN 954-1:2003 «Безпечність машин. Елементи безпечності систем керування. Частина 1. Загальні принципи проектування».

5. ДСТУ EN ISO 13849-1:2016 «Безпечність машин. Деталі систем управління, пов'язані з забезпеченням безпеки. Частина 1. Загальні принципи проектування».

6. ISO 13851 «Safety of machinery – Two-hand control devices -- Functional aspects and design principles»

7. IEC 62061 «Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems».

8. ISO 13855:2010 «Safety of machinery – Positioning of safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body».