

# АНАЛІЗ ВИМОГ СУЧАСНИХ СТАНДАРТІВ З БЕЗПЕКИ МАШИН ТА УСТАТКУВАННЯ І ОЦІНКИ РИЗИКІВ (ЧАСТИНА 1. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ НА ЕТАПІ ПРОЕКТУВАННЯ)

*Каптанов С. Ф., к.т.н., доц., Демчук Г. В., к.т.н., доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського);*

*Пономаренко К. С., студ. (гр. ТА-03, ТЕФ КПІ ім. Ігоря Сікорського)*

**Анотація.** Проаналізовано сучасні вимоги стандартів ISO 14121 та ISO 12100 щодо забезпечення прийняттого рівня безпеки машин та устаткування і визначено загальні алгоритми оцінки ризику та ймовірності виникнення небезпечної події. Надані практичні рекомендації щодо їх застосування.

**Ключові слова:** безпека машин, оцінка ризику, небезпечна подія.

**Abstract.** The modern requirements of the ISO 14121 and ISO 12100 standards for ensuring an acceptable level of safety of machines and equipment were analyzed, and general algorithms for assessing risk and the probability of a dangerous event were determined. Practical recommendations for their application are provided.

**Keywords:** machine safety, risk assessment, dangerous event.

**Вступ.** Згідно із діючими в сфері безпеки стандартами, для забезпечення прийнятних рівнів ризиків щодо можливого негативного впливу на обслуговуючий персонал небезпечних та шкідливих виробничих факторів, спроектовані машини та устаткування повинні гарантовано забезпечувати необхідний рівень безпеки та контролю на протязі всього життєвого циклу незалежно від існуючих умов експлуатації.

У даній роботі, яка умовно поділена на дві частини (Ч. 1 та Ч. 2), з урахуванням положень стандартів ISO 14121-1 [1], ISO 14121-2 [2] та ISO 12100 [3], на основі якого було розроблено вітчизняний стандарт ДСТУ EN ISO 12100 [4], виконано аналіз сучасних вимог щодо забезпечення прийняттого рівня безпеки машин та устаткування на всіх етапах їх життєвого циклу. Також визначено загальні алгоритми оцінки ризику та ймовірності виникнення небезпечної події і надано рекомендації щодо їх застосування.

В Ч. I основна увага приділена вимогам безпеки машин та устаткування на етапі їх проектування. а у Ч. II – на етапах їх виготовлення (виробництва), експлуатації та утилізації. Також у другій частині проаналізовано порядок та особливості виконання процедури оцінки ризиків.

**Аналіз стану питання.** Будь-яка машина чи устаткування є потенційними джерелами небезпеки, як при безвідмовному виконанні ними функцій за призначенням, так і у разі критичної відмови.

Небезпека заподіяння шкоди життю та здоров'ю людей, навколишньому середовищу, життю та здоров'ю тварин, майну фізичних та юридичних осіб, що створюється машиною або устаткуванням при безвідмовному виконанні ними функцій за призначенням, може включати у себе можливість завдання шкоди:

- внаслідок безпосереднього впливу на них з боку машини або обладнання (термічна, хімічна, радіаційна, електрична, механічна небезпеки, шум, вібрація тощо);
- при спрацьовуванні аварійного скидання робочого середовища безпосередньо в атмосферу (термічна, хімічна, радіаційна, екологічна, механічна небезпеки);
- при порушенні техніки безпеки в процесі експлуатації машин та устаткування;
- при наявності інших небезпечних факторів, якщо вони притаманні машині або устаткуванню.

Небезпека заподіяння шкоди життю та здоров'ю людей, навколишньому середовищу, життю та здоров'ю тварин, майну фізичних та юридичних осіб, що створюється машиною або устаткуванням у разі критичної відмови може включати у себе можливість завдання шкоди:

- при втраті герметичності машини або обладнання;
- через невиконання машиною або обладнанням функцій за призначенням, що призвело до руйнування системи, у складі якої функціонує машина або устаткування, та ін.

Для мінімізації негативного впливу усіх вищезгаданих небезпек, розробник вже на етапі проектування машин та устаткування повинен з урахуванням діючих вимог сучасних стандартів в сфері безпеки ідентифікувати існуючі небезпеки, виконати попередню оцінку всіх існуючих ризиків настання небезпечних подій на всіх етапах життєвого циклу машин та устаткування (розробка, виготовлення, експлуатація, утилізація), а також передбачити весь необхідний комплекс заходів щодо забезпечення допустимого рівня ризику та зниження ймовірності настання вірогідних небезпечних подій, що, в свою чергу, і повинно дозволити гарантовано забезпечити прийнятний рівень безпеки спроектованих машин та устаткування при їх подальшій експлуатації.

**Мета роботи.** З урахуванням положень діючих міжнародних стандартів ISO [1-4] виконати аналіз сучасних вимог щодо забезпечення прийнятного рівня безпеки машин та устаткування на всіх етапах їх життєвого циклу, а також визначити загальні алгоритми оцінки ризику та ймовірності виникнення небезпечної події і надати рекомендації щодо їх застосування.

**Методики, матеріали і результати досліджень.**

**Вимоги безпеки на етапі проектування.** Згідно з сучасними вимогами діючих міжнародних стандартів ISO [1-4], на етапі проектування машини або устаткування, що призначені для застосування фізичними особами (побутова техніка), коли тяжкість наслідків настання небезпечної події відома, розробник з метою оцінки ризику та забезпечення допустимого ризику:

- а) ідентифікує можливі небезпеки: випромінювання, вибухонебезпечність, механічну небезпеку, пожежонебезпечність, термічну небезпеку, електричну небезпеку, ядерну, радіаційну та інші небезпеки, пов'язані з машиною або устаткуванням;

б) для ідентифікованих небезпек оцінює ризик розрахунковим, експериментальним, експертним шляхом або за даними про експлуатацію аналогічних машин та устаткування;

в) визначає та встановлює допустимий ризик для машини або устаткування.

На етапі проектування машини або устаткування, що призначені для застосування юридичними та фізичними особами у складі технологічної системи (процесу), коли важкість наслідків небезпечної події залежить від комплексу організаційних та технічних заходів, які встановлені замовником системи, і розробнику машини або устаткування невідома, проєктант з метою подальшої оцінки ризику та забезпечення допустимого рівня ризику:

а) ідентифікує можливі небезпеки: випромінювання, вибухонебезпечність, механічну небезпеку, пожежонебезпечність, термічну небезпеку, електричну небезпеку, ядерну, радіаційну та інші небезпеки, пов'язані з машиною або устаткуванням;

б) для ідентифікованих небезпек оцінює ймовірність настання небезпечної події, що пов'язана з можливими критичними відмовами машини або устаткування, а також з критичними впливами, і робить це розрахунковим, експериментальним, експертним шляхом або за даними про експлуатації аналогічних машин або обладнання.

Оцінку ризику чи ймовірності настання небезпечної події виконують на етапі проектування для всіх етапів життєвого циклу машини або устаткування.

Як основні етапи життєвого циклу машини або обладнання розглядаються етапи проектування, виготовлення, експлуатації (застосування за призначенням) та утилізації.

Якщо оцінений ризик або ймовірність настання небезпечної події вище допустимого рівня, для його зменшення необхідно вносити зміни у проєкт машини або устаткування, при цьому, як правило, виключається втручання персоналу в усі робочі режими їх роботи (якщо таке втручання не передбачено існуючим керівництвом з експлуатації).

Після попередньої оцінки ризику також може знадобитися повторення даного процесу для того, щоб досягти адекватного зниження ризику шляхом застосування у разі необхідності додаткових заходів захисту.

У разі неможливості досягнення технічних характеристик, які були би спроможні забезпечити допустимий рівень ризику шляхом зміни конструкції, або у разі економічної недоцільності в керівництві з експлуатації вказується інформація, що обмежує умови застосування машини чи устаткування або надається інформація, яка попереджає про необхідність вжити додаткові заходи щодо забезпечення безпеки.

У цьому випадку остаточну оцінку ризику здійснює проєктант системи, який оцінює тяжкість наслідків небезпечних подій з урахуванням реалізованих ним організаційних і технічних заходів, спрямованих на зниження тяжкості наслідків та забезпечення необхідного рівня допустимого ризику.

Рівень повноти безпеки машини або устаткування, що відповідає встановленому ризику, а також виключення або мінімізація ймовірності

настання небезпечної події, пов'язаної з критичною відмовою та з критичним впливом машини або устаткування, проектувальником забезпечується за рахунок:

а) повноти науково-дослідного та дослідно-конструкторського відпрацювання;

б) відповідного вибору матеріалів та речовин, що застосовуються в окремих видах машин та обладнання, в залежності від заданих параметрів та умов експлуатації;

в) проведення комплексу розрахунків конструкції, заснованих на верифікованих у встановленому порядку методиках;

г) дотримання правил постановки продукції на виробництво;

д) проведення аналізу видів, наслідків та критичності відмов (АВНҚВ) та можливих небезпек, з прийняттям необхідних конструкторських рішень, спрямованих на максимально можливе зниження ймовірності їх виникнення.

Результати робіт щодо забезпечення безпеки машини або обладнання повинні бути приведені у декларації безпеки, оригінал якої зберігається у проектувальника, а копії – у виробника машини або устаткування та в організації, що їх експлуатує.

Проектувальником машини або обладнання у супровідній документації (технічних умовах та керівництву з експлуатації) повинні бути зазначені обов'язкові вимоги та заходи щодо забезпечення безпеки для всіх етапів життєвого циклу, у тому числі:

а) відповідні вказівки щодо виготовлення виробу, спрямовані на забезпечення обумовлених проектною (конструкторською) документацією показників, що характеризують надійність та безпеку машини або устаткування;

б) вказівки щодо монтажу або складання, налагодження або регулювання, технічного обслуговування та ремонту машини або устаткування з відображенням ідентифікованих небезпек;

в) вказівки щодо використання машини або устаткування та заходи щодо забезпечення безпеки, яких необхідно дотримуватись при їх експлуатації, включаючи введення в експлуатацію, використання за прямим призначенням, технічне обслуговування, всі види ремонту, періодичне діагностування, випробування, перевезення, упаковку, консервацію та умови зберігання;

г) призначені показники (строк служби, ресурс, терміни зберігання) із зазначенням необхідності вилучення з експлуатації машини або устаткування після закінчення строку дії даних показників та прийняття рішення про їх перевірку та встановлення за результатами перевірки нових призначених показників (строку служби, ресурсу, терміну зберігання), або прийняття рішення про направлення машини або устаткування на ремонт чи на утилізацію;

д) можливі відмови, із зазначенням критичних відмов (якщо відомі);

е) можливі помилкові дії персоналу, що призводять до інциденту чи аварії, та дії персоналу у разі інциденту чи аварії;

ж) критерії граничних станів;

і) вказівки щодо видів небезпек при виведенні з експлуатації та утилізації;

к) заходи для запобігання неприпустимому використанню машини або устаткування після припинення експлуатації.

**Висновки.** Проведений у даній роботі (ч. 1) аналіз сучасних вимог стандартів ISO 14121 та ISO 12100 щодо забезпечення прийнятного рівня безпеки машин та устаткування, дозволяє виокремити ті найважливіші вимоги й параметри, які необхідно гарантовано забезпечити на етапі їх проектування для отримання максимально високого рівня безпеки машин та устаткування на наступних етапах їх життєвого циклу, вимоги з безпеки яких буде проаналізовано у Ч. II даної роботи, включаючи і порядок та особливості виконання процедури оцінки ризиків.

## Література

1. ISO 14121-1:2007 «Safety of machinery – Risk assessment – Part 1: Principles».
2. ISO/TR 14121-2:2007 «Safety of machinery – Risk assessment – Part 2: Practical guidance and examples of methods».
3. ISO 12100:2010 «Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction».
4. ДСТУ EN ISO 12100:2016 «Безпечність машин. Загальні принципи проектування. Оцінювання ризиків та зменшення ризиків (EN ISO 12100:2010, IDT; ISO 12100:2010, IDT)».