

УДК 007

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.191874

АНАЛІЗ РИЗИКІВ НА ТЕХНІЧНУ БЕЗПЕКУ ВИРОБНИЦТВА ЗВАРНИХ КОНСТРУКЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ І ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

Бондаренко Ю. К., Ковальчук О. В., Логінова Ю. В., Артюх К. О.

АНАЛИЗ РИСКА НА ТЕХНИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

Бондаренко Ю. К., Ковальчук О. В., Логінова Ю. В., Артюх К. О.

RISK ANALYSIS ON TECHNICAL SAFETY OF PRODUCTION OF WELDED STRUCTURES USING NON-DESTRUCTIVE TEST AND TECHNICAL DIAGNOSTICS

Bondarenko Y., Kovalchuk O., Loginova Y., Artiukh K.

Об'єктом дослідження є зварні конструкції та їх виробництво.

Ризик є завжди, але очевидно, що прийняття рішень щодо його мінімізації та усунення потребує структурованого і системного підходу. Наприклад, керівникам вищої, середньої та лінійної ланок потрібно постійно аналізувати ризики, пов'язані з небезпеками, які виникають у дуже складних ситуаціях на зварювальному виробництві.

У роботі побудовано алгоритм утворення ризику при експлуатації зварних конструкцій. Запропоновано процесний підхід з метою аналізу відхилення процесів проектування, виробництва та обслуговування. Визначено показники граничних станів зварної конструкції від механічних дій та показники якості корозійних впливів. Підібрано розрахункові формули швидкості (імовірності) досягнення граничних станів від механічних дій. Для аналізування комбінації дій рекомендовано застосовувати метод сіток Баєса. Встановлено, що одним з основних завдань системи менеджменту якості зварювального виробництва згідно ДСТУ ISO 9001:2015 є забезпечення виявлення потенційних невідповідностей в системі зварювального виробництва і попередження їх виявлення за допомогою менеджменту ризику. Відхилення процесів системи менеджменту є причинами утворення браку продукції, що випускається та виникнення ризику аварійної ситуації на виробництві. Успіх менеджменту ризиків буде залежить від результативності структури менеджменту, яка забезпечує обґрунтування і заходи, які інтегрують його по всьому зварювальному підприємству по всім рівням. Структура допомагає впровадженню результативного менеджменту ризиків через провадження

процесів менеджменту ризиків та неруйнівного контролю і технічної діагностики на різних рівнях і рамках конкретного контексту підприємства. Структура гарантує, що інформація про ризик, отримана в процесі менеджменту ризику відповідним чином, використовується як основа для прийняття рішення і призначення відповідальних за результат на всіх відповідних рівнях зварювального виробництва.

Ключові слова: умови виробництва, технологічна документація, система контролю, людський фактор, морально-психологічний клімат, ризик-менеджмент, управління ризиками.

Объектом исследования являются сварные конструкции и их производство.

Риск есть всегда, но очевидно, что принятие решений по его минимизации и устранения требует структурированного и системного подхода. Например, руководителям высшего, среднего и линейного звеньев следует постоянно анализировать риски, связанные с опасностями, которые возникают в очень сложных ситуациях на сварочном производстве.

В работе построен алгоритм образования риска при эксплуатации сварных конструкций. Предложено процессный подход с целью анализа отклонения процессов проектирования, производства и обслуживания. Определены показатели предельных состояний сварной конструкции от механических воздействий и показатели качества коррозионных воздействий. Подобраны расчетные формулы скорости (вероятности) достижения предельных состояний от механических воздействий. Для анализа комбинации действий рекомендуется применять метод сеток Байеса. Установлено, что одной из основных задач системы менеджмента качества сварочного производства согласно ДСТУ ISO 9001:2015 является обеспечение выявления потенциальных несоответствий в системе сварочного производства и предупреждения их обнаружения с помощью менеджмента риска. Отклонения процессов системы менеджмента являются причинами образования нехватки выпускаемой продукции и возникновения риска аварийной ситуации на производстве. Успех менеджмента рисков будет зависеть от результативности структуры менеджмента, которая обеспечивает обоснование и меры, которые интегрируют его по всему сварочному предприятию по всем уровням. Структура помогает внедрению результативного менеджмента рисков через производство процессов менеджмента рисков и неразрушающего контроля и технической диагностики на разных уровнях и рамках конкретного контекста предприятия. Структура гарантирует, что информация о риске, полученная в процессе менеджмента риска соответствующим образом, используется как основа для принятия решения и назначения ответственных за результат на всех соответствующих уровнях сварочного производства.

Ключевые слова: условия производства, технологическая документація, система контроля, человеческий фактор, морально-психологический климат, риск-менеджмент, управление рисками.

1. Вступ

Жоден виробник зварювальної техніки не може гарантувати якісного зварювання, якщо використовується неякісний дріт або параметри газу не відповідають нормам. Робиться все, щоб характеристики устаткування відповідали самим твердим вимогам нормативних документів та ринку [1, 2]. Навіть при нинішній непростій ситуації в європейській економіці не йдуть на здешевлення продукції за рахунок переносу виробництва в країни з дешевою робочою силою, не замінюють дорогі матеріали низькосортними. У всіх апаратах використовують тільки європейські компоненти й і ті, що виготовлено на виробничих площадках в Австрії, Уельсі, Чехії й та США. Українські підприємці рідко зважуються на вагомні інвестиції з далеким прицілом. Причини зрозумілі: у нас що не рік, то який-небудь стрес. Але ті, хто прагне зміцнитися на ринку й та стати конкурентноздатним, уже переконалися, що витрати на устаткування такого класу себе виправдовує [3, 4]. Однак останнім часом з'явилася ще одна проблема: усе менше працівників хочуть бути зварниками, принаймні, в Україні. В результаті багато підприємств відчувають недостачу кваліфікованого персоналу. Цим стурбований уряд країни й та виділило цього року ряду навчальних закладів засоби на формування центрів навчання зварників. До честі України потрібно сказати, що більшість цих центрів укомплектовується новою технікою. Молоді люди будуть учитися не на позавчорашніх картинках і плакатах, а на передовому сучасному устаткуванні. Тому дослідження зварювального виробництва залишається *актуальним*. Таким чином, *об'єктом дослідження* є зварні конструкції та їх виробництво. А *метою роботи* є аналіз проблем зварювального виробництва та експлуатація зварних конструкцій.

2. Методика проведення дослідження

Аналіз літературних джерел показав, що граничний стан від механічних дій на зварну конструкцію поділяють на дві групи, яка в свою чергу має підгрупи [5–8].

Перша група містить граничні стани, перехід через які призводить до повної непридатності об'єкта (основи конструкції, конструкції або елемента) до експлуатації і для яких позаграничними станами може бути:

- руйнування будь-якого характеру (в'язке, крихке, в результаті втоми);
- втрата стійкості форми;
- втрата стійкості положення;
- перехід у змінну систему; якісна зміна конфігурації;
- інші явища, за яких виникає потреба в припиненні експлуатації (наприклад, виникнення перфорації стінки ємності з токсичними речовинами або надмірні переміщення основи при посадках сипучих ґрунтів).

Граничні стани цієї групи можуть бути пов'язані з порушенням вимог збереження чи можливості існування об'єкта або недотримання вимог безпеки для людей і довкілля. Досягнення граничного стану першої групи класифікується як відмова-зрив (відмова, яка одразу ж викликає аварії і збитки) [7].

Друга група містить граничні стани, які ускладнюють нормальну експлуатацію об'єкта або зменшують його довговічність порівняно з встановленим терміном експлуатації і для яких поза граничним станом є:

– надмірне перевищення або повороти деяких точок конструкції, недопустимі коливання (надмірні значення амплітуди, частоти, швидкості, прискорення);

– утворення та розкриття внутрішніх дефектів, досягнення ними граничнодопустимих значень розкриття чи довжини (в відповідальних конструкціях тріщини не допускаються) згідно неруйнівного контролю і технічної діагностики (НК і ТД);

– втрата стійкості форми у вигляді локального деформування;

– пошкодження від корозії чи ін. видів фізичного зношення, які призводять до необхідності обмеження експлуатації внаслідок зменшення терміну експлуатації об'єкта згідно інформації отриманої від НК і ТД (рис. 1).



Рис. 1. Методи управління ризиками на підприємстві

На підставі наведеного вище можна зробити наступні висновки.

1. Продукція для зварювального виробництва розділена на 4 групи.
2. Визначено показники граничних станів зварної конструкції від механічних дій та показники якості корозійних впливів на безпеку експлуатації.
3. Встановлено, що одним з основних завдань системи менеджменту якості зварювального виробництва (згідно ДСТУ ISO 9001:2015) є забезпечення виявлення потенційних невідповідностей в системі зварювального виробництва і попередження їх виявлення за допомогою менеджменту ризику з використанням НК і ТД. Відхилення процесів системи менеджменту є причинами утворення браку продукції, що випускається та виникнення ризику аварійної ситуації на виробництві.
4. Керування ризиками є обов'язковою частиною управлінського процесу, так як він має фундаментальне значення для зварювального підприємства. Тому на всіх рівнях і в усіх сферах: якості виконання робіт із зварювання та НК і ТД,

безпеки праці, екології, енергозбереженні необхідно відповідати національним та міжнародним стандартам.

Зварювальне виробництво стикається з внутрішніми і зовнішніми факторами і впливи, які породжують невизначеності по відношенню до того чи зможуть вони досягнути поставлених цілей, а також термінів досягнення цих цілей. Вплив такої невизначеності на зварювальне виробництво і є ризик [8, 9]. Вся діяльність підприємства зварювального виробництва включає в себе ризик. Зварювальне виробництво здійснює менеджмент ризику через його ідентифікацію, аналіз і шляхом оцінювання, чи слід змінювати ризик шляхом обробки, НК і ТД, щоб задовольнити встановленим критеріям ризику. На протязі цього процесу воно здійснює комунікацію і консультування з зацікавленими сторонами. При цьому здійснюється моніторинг і перегляд ризику і засобів управління, які змінюють рівень ризику для забезпечення того, щоб подальша обробка ризику при експлуатації зварних конструкцій не вимагалась [10].

3. Результати дослідження та обговорення

В ході роботи встановлено, що ризик продукції протягом життєвого циклу пов'язаний з:

1. *Призначенням конструкції.*

2. *Виробничими чинниками*, а саме – невідповідностями процесів:

1) проектування;

2) виробництва;

3) монтажу;

4) експлуатаційного обслуговування;

5) недостовірностями та невизначеностями процесів випробувань протягом життєвого циклу п.п. 1–4.

3. *Фізичними впливами на конструкцію.* Аналіз призначення конструкції містить:

– умови експлуатації (дії на конструкцію);

– законодавчі вимоги щодо конструкції та аналізування ризиків;

– рівень якості по результатам НК і ТД аналогічної продукції на ринку;

– аналіз ризиків впливів на людину при виробництві та експлуатації конструкції;

– аналіз ризику впливу на навколишнє середовище при виробництві та експлуатації;

– аналіз ризиків використання зварної конструкції не за призначенням;

– аналіз залишкових ризиків після дій персоналу при усуненні екстрених ситуацій.

Одним з основних завдань системи менеджменту якості зварювального виробництва є забезпечення виявлення потенційних невідповідностей і попередження їх виявлення за допомогою НК і ТД. Відхилення процесів системи менеджменту є причинами утворення браку продукції, що випускається [11].

Запропоновано взаємозв'язок виникнення ризику невідповідної продукції як результат функціонування невідповідної системи менеджменту якості

проектування зварної конструкції, виробництва, технічного обслуговування та основних факторів зовнішніх загроз (рис 2).



Рис. 2. Менеджмент ризиків [12]

Стандарти менеджменту якості розглядають ризики як ймовірного відхилення кожного з процесів, який описує повну діяльність зварювального підприємства по управлінню, постачанню, виробництву конструкцій, моніторингу та НК і ТД. Тому рекомендуємо визначити ризики, притаманні кожному з процесів. Запропоновано процесний підхід. Це дозволить визначити як власника процесу, так і власника ризику, та відповідальних за процес, з яким пов'язано виникнення ризику. А також дозволить встановити процеси, які передують даному процесу і визначають причинно-наслідкові зв'язки при виникненні ризику при виготовленні та експлуатації конструкції [13].

На зварну конструкцію, яка експлуатується, діють фізичні впливи, які мають механічну, теплову і хімічну природу. При експлуатації будівельних конструкцій суттєвими впливами можуть вважатись механічні дії на конструкцію та корозійні впливи, що приводять до корозійного пошкодження металу. Ризик експлуатації конструкції розглядається як імовірність відмови і пов'язані з цим втрати. Відмовою може вважатися зміна властивостей конструкції понад граничний стан.

Граничні стани *другої групи* можуть бути пов'язані з порушенням вимог щодо використання зварної конструкції без обмежень, можливостей обслуговування персоналом, неналежне використання НК і ТД, зовнішнього вигляду, можливостей модернізації. Часто ці граничні стани класифікуються як «відмова – перешкода» [14].

Умова забезпечення безвідмовності, тобто невиходу за граничний стан, записується нерівністю виду:

$$g(G_d, f_e, a_d, C, \gamma_n, \gamma_d, T_{ef}) \geq 0,$$

де $g(o)$ – така функція параметрів системи, за якої $g(o) < 0$ означає досягнення позаграничного стану;

G_d, f_e, a_d – розрахункові значення навантажень, характеристик міцності матеріалів або обругрунтів та геометричних характеристик конструкції, відповідно;

C – обмеження на параметр, що контролюється (наприклад, допустиме граничне розкриття дефекту);

γ_n – коефіцієнт надійності за відповідальністю (коефіцієнт відповідальності), який враховує значущість конструкції і об'єкта в цілому, а також можливі наслідки відмови та враховується як множник до розрахункового значення навантаження;

γ_d – коефіцієнт надійності моделі, який враховує невизначеність розрахункової схеми та інші аналогічні обставини (наприклад, чутливість конструкції до локальних руйнувань, початкові недосконалості, підвищену швидкість зношення). Приймається як множник до розрахункового значення навантаження (рис. 3).

З метою визначення швидкості можливого досягнення конструкцією критичного стану щодо корозійних впливів (або імовірності досягнення граничного стану протягом T_{ef}), рекомендовано застосовувати наступні показники оцінки якості:

1. *Масовий* – характеризує зміну маси зразка матеріалу в результаті корозії ($\text{г/м}^2 \cdot \text{год}$):

$$K_m^{\pm} = \frac{m_1 - m_2}{S \cdot \tau},$$

де m_1, m_2 – маса матеріалу відповідно до та після корозії; S – площа поверхні матеріалу, м^2 ; τ – час.

Зв'язок між додатним та від'ємним масовим показником:

$$K_m^- = K_m^+ \frac{n_o - A_M}{n_M \cdot A_o},$$

де n_o, n_M – валентності окиснювача та металу, відповідно; A_o, A_M – атомні маси окиснювача та металу, відповідно.

2. *Глибинний* (дає змогу оцінити глибину корозійного руйнування металу (мм/год)):

$$K_p = 8,76 \frac{m_1 - m_2}{\rho \cdot S \cdot \tau},$$

де ρ – густина металу г/см^3 .

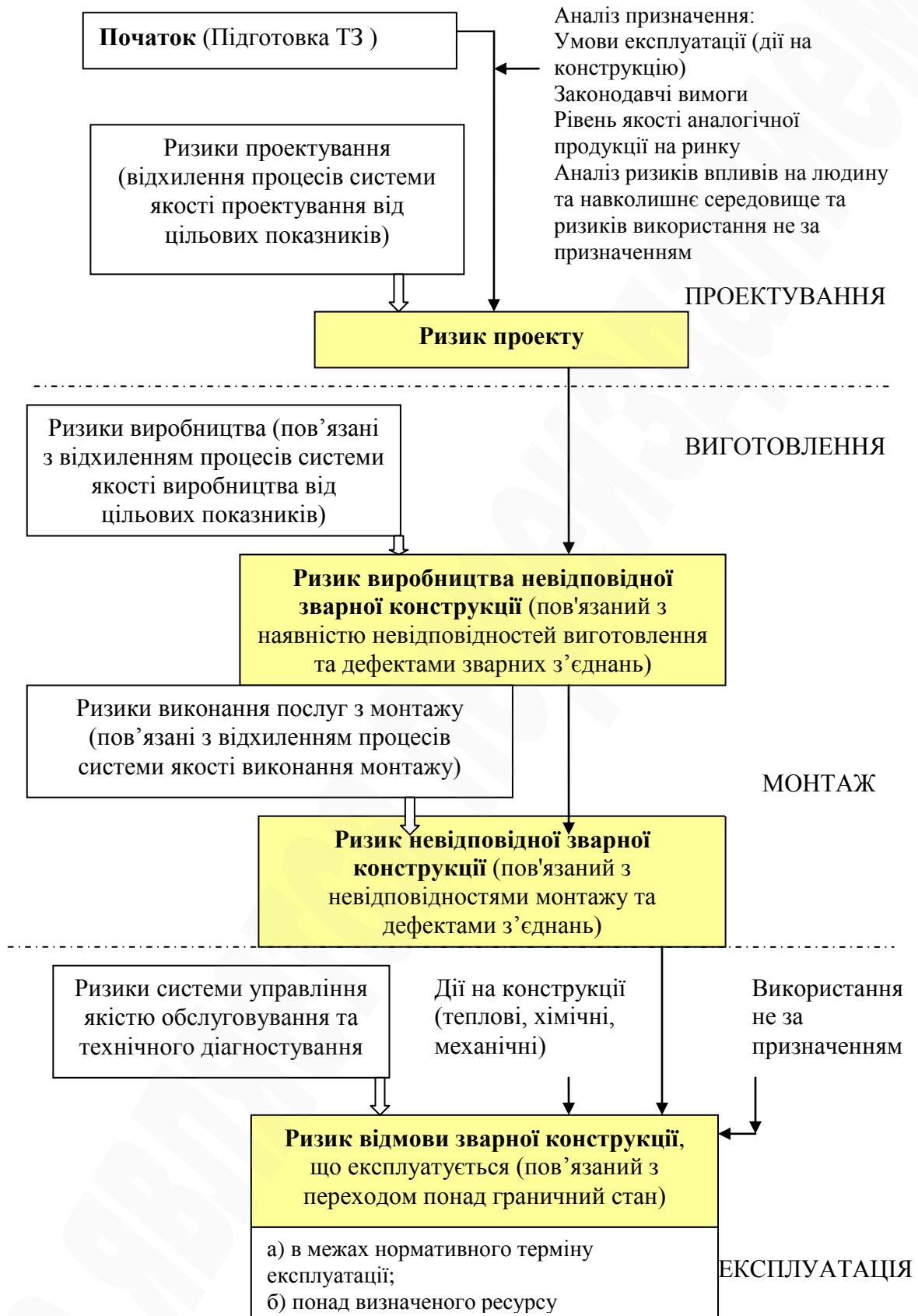


Рис. 3. Алгоритм виникнення ризику в зварних конструкціях (ТЗ – технічне завдання)

Зв'язок між глибинним і масовим показником корозії:

$$K_p = 8,76 \frac{K_m^-}{\rho}$$

3. *Об'ємний* K_y – у разі корозії металу в кислотах швидкість корозії може бути визначена за кількістю виділеного водню ($\text{см}^3/\text{см}^2 \cdot \text{год}$):

$$K_y = \frac{V \cdot 273 (P - P_{H_2O})}{S \cdot \tau (273 + t) \cdot 760}$$

де P, P_{H_2O} – відповідно, атмосферний тиск під час експериментів та тиск насиченої водяної пари при температурі вимірювання, мм рт. ст.; t – температура вимірювання, °C; V – об'єм виділеного водню, см^3 .

4. *Зміна електричного опору* K_R :

$$K_R = \frac{R_k}{R_o}$$

де R_o та R_k – відповідно, опір матеріалу до та після корозії.

Для врахування комбінації дій рекомендовано застосовувати метод аналізу ризику сіток Баєса. Виникає певна проблема отримання статистичних даних про можливі відмови. Аналіз відмов здійснювався за результатами випробувань в заводських випробувальних лабораторіях підприємств України.

На карті ризиків (рис. 4) ймовірність або частота відображається по вертикальній осі, а сила впливу або значимість – по горизонтальній осі. У цьому випадку ймовірність появи ризику збільшується від низу до верху при просуванні по вертикальній осі, а вплив ризику збільшується зліва направо по горизонтальній осі.

4 Часті	4	5	17	16
3 Можливі	3	6	9	17
2 Випадкові	2	4	6	6
1 Рідкі	1	2	3	4
	1 Незначні	2 Помірні	3 Критичні	4 Катастрофічні

Рис. 4. Матриця ризиків в зварних конструкціях. Рівень ризиків, визначений в профілі ризиків: 1–2 бали – незначний; 3–4 бали – помірний; 6–9 бали – критичний; 12–16 бали – катастрофічний

Впровадження менеджменту ризиків і забезпечення результативності потребує сильної і стійкої форми прихильності з боку керівництва підприємства, а також стратегічного і детального планування для досягнення стійкої на всіх рівнях [15].

Керівництву необхідно:

- визначати і підписувати політику менеджменту ризиків;
- забезпечувати узгодженість культури підприємства і її політики менеджменту ризиків;
- забезпечувати показники діяльності в області менеджменту ризику на зварювальному виробництві, які узгоджуються з показниками діяльності організації (рис. 5);
- узгоджувати цілі менеджменту ризиків з цілями і стратегіями організації;
- забезпечувати відповідність законодавчим та іншим обов’язковим вимогам;
- встановити відповідальність за результат і виконання на відповідних рівнях підприємства на основі НК і ТД;
- забезпечити виділення необхідних ресурсів для менеджменту ризику та НК і ТД;
- передавати інформацію про вигоди менеджменту ризику всім зацікавленим сторонам;
- забезпечувати постійну відповідність структури для впровадження менеджменту ризику та НК і ТД (рис. 5) [3, 4].

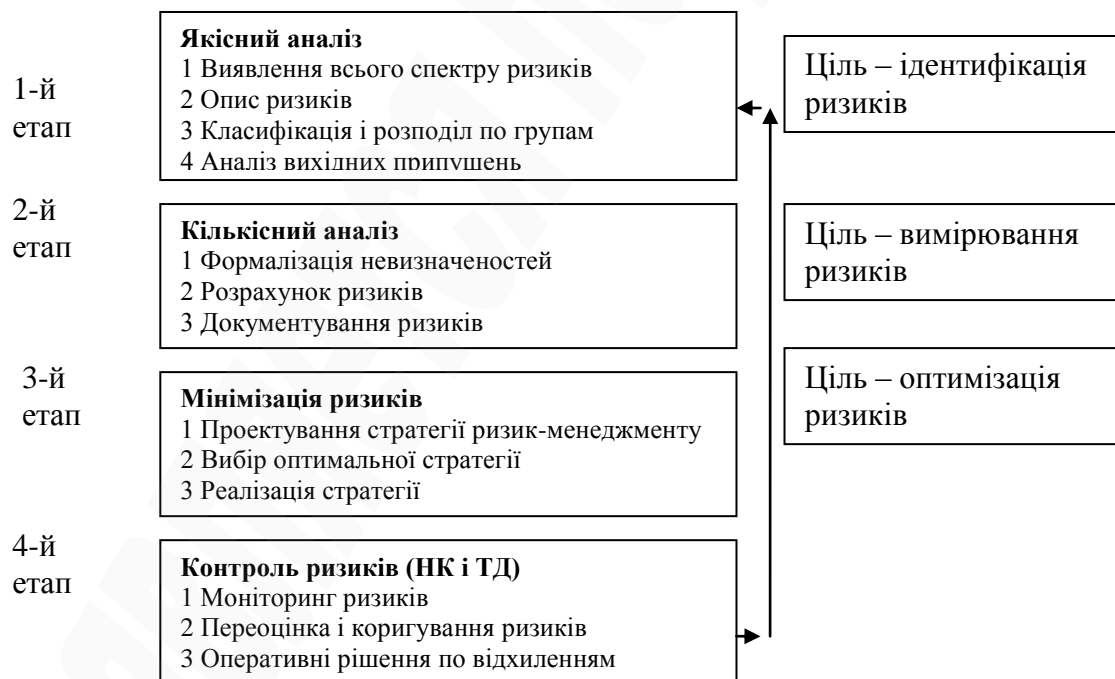


Рис. 5. Алгоритм управління ризиком [16, 17]: НК – неруйнівний контроль; ТД – технічна діагностика.

Документування даних про виявлені ризики рекомендовано приводити згідно форми, наведеної у табл. 1.

Таблиця 1

Карта реєстрації і обробки ризиків (рекомендована форма таблиці)

Відділ	Категорія ризику	Підкатегорія	Опис ризику	Наслідок ризику	В даний момент			Власник ризику	Наступні дії, що відносяться до пом'якшення	Власник пом'якшення	Вимога – джерело ризику	Терміни виконання	Цільові показники			
					Імовірність	Впливи	Ступені ризику = імовірність впливу						Імовірність	Впливи	Цільовий рівень ризику після пом'якшення	
1
2

Загальний вигляд теореми Байєса:

$$P(A/B) = \frac{\{P(A)P(B/A)\}}{\sum P(B/E_i)P(E_i)}$$

де $P(X/Y)$ – імовірність події X ; E_i – i -та подія.

В самій простій формі теорему Байєса для двох видів впливу можна записати [16]:

$$P(A/B) = \frac{\{P(A)P(B/A)\}}{\sum P(B)}$$

Встановлено, що одним з основних завдань системи менеджменту якості зварювального виробництва є забезпечення виявлення потенційних невідповідностей в зварних конструкціях та в системі зварювального виробництва. Для попередження їх виявлення використовується менеджмент ризику з використанням НК і ТД. Відхилення процесів системи менеджменту є причинами утворення браку продукції, що випускається та виникнення ризику аварійної ситуації на виробництві [2, 17]. Керування ризиками є обов'язковою частиною управлінського процесу. Це має фундаментальне значення для зварювального підприємства на всіх рівнях і в усіх сферах. Особливо важлива якість виконання робіт із зварювання та НК і ТД, безпеки праці, екології, енергозбереження відповідно до національних та міжнародних стандартів.

4. Висновки

У ході дослідження побудовано алгоритм утворення ризику при експлуатації зварних конструкцій. Визначено показники граничних станів зварної конструкції від механічних дій та показники якості корозійних впливів.

Підбрано розрахункові формули швидкості (імовірності) досягнення граничних станів від механічних дій. Рекомендовано для аналізування комбінації дій застосовувати метод сіток Баеса. Встановлено, що одним з основних завдань системи менеджменту якості зварювального виробництва є забезпечення виявлення потенційних невідповідностей в системі зварювального виробництва і попередження їх виявлення за допомогою менеджменту ризику. Оскільки відхилення процесів системи менеджменту є причинами утворення браку продукції, що випускається та виникнення ризику аварійної ситуації при експлуатації зварних конструкцій.

Подяка

Дякуємо підприємству ТОВ «Стратегія БМ» (м. Київ, Україна) за впровадження системи управління якістю та ризиків згідно ДСТУ ISO 9001:2015 та за попереднє надання інформації для дослідження.

Література

1. Vitkin, L., Lapach, S. (2007). Yak vyznachyty stupin nebezpeky produktsii. *Standartyzatsiia, sertyfikatsiia, yakist*, 3, 48–54.
2. Kriukon, N., SHadrin, A. (2006). Menedzhment riska kak instrument postoiannogo uluchsheniia. *Standarty i kachestvo*, 2, 74–77.
3. Chaika, I. I. (2014). Standart ISO 9001:2015. Chto nas ozhidaet? *Standarty i kachestvo*, 6, 18–20.
4. Khei Khempton D. M. *Shag vpered s ISO 9001:2015*. Available at: <http://www.klubok.net/article2722.html>
5. DBN V.1.2-14:2018 *Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnykh ob'ektiv. Zahalni pryntsypy zabezpechennia nadiinosti ta konstruktyvnoi bezpeky budivel ta sporud*. Nadano chynnosti 01.01.2019 (2018). Kyiv: Ministerstvo rehionalnoho rozvytku, budyvnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy, 36.
6. *Development of Methods of Risk Detection Assessment in the Welding* (2017). Düsseldorf: LEP LUMBERT Academic publishing, international book market service LTD, 98.
7. *AS/NZS 4360:2004. Risk management* (2004). ISO, 28.
8. Bondarenko, Yu. K., Kovalchuk, O. V. (2019). Doslidzhennia vplyvu dzherel ryzykiv na tekhnichnu bezpeku zvarnykh konstruktsii pry ekspluatatsii z vykorystanniam NK i TD. *Neruinivnyi kontrol ta tekhnichna diahnostyka*. Kyiv, 245–250.
9. *ISO 31000:2018 Risk management – Guidelines*. Available at: <https://www.iso.org/ru/standard/65694.html>
10. Bondarenko, Yu. K., Kovalchuk, O. V. (2017). Otsinka ryzyku ekspluatatsii zvarnykh konstruktsii na pidstavi monitorynhu protsesiv upravlinnia yakistiu i provedennia vyprobuvan metodamy NK i TD. *Neruinivnyi kontrol ta tekhnichna diahnostyka*, 3, 56–63.
11. Bondarenko, Yu. K., Kovalchuk, O. V. (2017). Metodyky otsinky i rozpiznavannia ryzykiv v zvaryvalnomu vyrobnytstvi z metoiu stvorennia reiestru i ranzhuvannia ryzykiv v zvarnykh konstruktsiiakh. *Yakist, standartyzatsiia, sertyfikatsiia kontrol. teoriia i praktyka*. Odessa, 37–42.

12. DSTU EN ISO 9001:2018. Systemy upravlinnia yakistiu. Vymohy (EN ISO 9001:2015, IDT; ISO 9001:2015, IDT). Available at: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=79941

13. ISO/IEC 31010:2019 Risk management – Risk assessment techniques. Available at: <https://www.iso.org/ru/standard/72140.html>

14. CSA Q 850:1997. Risk Management Guidelines for Decision Makers (1997).

15. JIS Q 2001:2001. Guidelines for development and implementation of risk management system (2001). Japanese Standards Association.

16. Potapjevskii, A. G., Bondarenko, Y. K., Loginova, Y. V., Artjukh, K. O. (2016). Technological Control Of Quality And Service Properties Of Products In Welding Production. *Tekhnicheskaiia diagnostika i nerazrushaiuschii kontrol*, 4, 56–61. doi: <http://doi.org/10.15407/tdnk2016.04.10>

17. Bondarenko, Yu. K., Bilokur, I. P., Medvedeva, N. A. (2016). Diagnostika i monitoring tekhnicheskogo sostoianiiia svarykh truboprovodov dlia ocenki sootvetstviia normativnym dokumentam. *Kachestvo, standartizaciia, kontrol, teoriia i praktika*. Odessa, 19–28.

The object of research is welded structures and their production.

There is always a risk, but it is obvious that making decisions to minimize and eliminate it requires a structured and systematic approach. For example, top, middle and line managers need to constantly analyze the risks associated with the dangers that arise in very difficult situations in the welding industry.

An algorithm for the formation of risk during the operation of welded structures is constructed. A process approach is proposed with the aim of analyzing deviations in the design, production and maintenance processes. The parameters of the ultimate state of the welded structure from mechanical stresses and the quality indicators of corrosion effects are determined. The calculated formulas for the speed (probability) of reaching limit states from mechanical stresses are selected. To analyze the combination of actions, it is recommended to use the Bayesian grid method. It has been established that one of the main tasks of the welding production quality management system according to DSTU ISO 9001:2015 is to ensure the identification of potential inconsistencies in the welding production system and to prevent their detection through risk management. Deviations of the processes of the management system are the reasons for the formation of a shortage of products and the risk of an emergency at work. The success of risk management will depend on the effectiveness of the management structure, which provides the rationale and measures that integrate it throughout the welding plant at all levels. The structure helps to implement effective risk management through the production of risk management processes and non-destructive testing and technical diagnostics at different levels and within the specific context of the enterprise. The structure ensures that the risk information obtained in the risk management process appropriately is used as the basis for making decisions and appointing those responsible for the result at all relevant levels of welding production.

Keywords: *production conditions, technological documentation, control system, human factor, moral and psychological climate, risk-management, risk control.*