



Номер 10
2020

МАНВ

Служба за опасности от големи аварии
Отдел "Технологични иновации в сигурността"

Севезо
общи

ИНСПЕКЦИЯ

критерии
серии

Natech Управление на риска

Тази публикация на Общите критерии за проверка има за цел да сподели знания относно техническите и организационните мерки и практиките за прилагане, свързани с контрола на големи опасности и прилагането на Директивата "Севезо". Критериите са разработени от инспекторите на Севезо, за да подпомогнат разпространението на добри практики за прилагане и управление на риска за контрол на големи промишлени опасности в Европа и другаде. Тази конкретна тема подчертава проблемите, които са критични за управлението на риска на Natech. Имайте предвид, че този документ не е предназначен за технически стандарт, нито като обобщение или замяна на съществуващи стандарти по въпроса.

ДЕФИНИЦИЯ И ОБХВАТ

Природни опасности, като земетресения, наводнения, бури, замръзване и т.н., могат да предизвикат големи аварии, включващи пожари, експлозии и токсични изпускания в предприятия, които обработват, съхраняват или транспортират опасни вещества. Тези технологични „странични ефекти“ от природни опасности се наричат аварии „Natech“ или просто „Natech“ (от „технологична авария, предизвикана от природни опасности“). Въздействията върху промишлените операции и инфраструктурата са повтаряща се, но често пренебрегвана характеристика в много ситуации на природни бедствия [1]. Въпреки това, с очакваното увеличаване на интензитета и честотата на природните събития от изменението на климата, рискът от Natech е нарастваща загриженост при предотвратяването на бедствия и управлението на риска на местно, национално и международно ниво.

Предотвратяването на изпускането на опасни вещества от химически опасни обекти в резултат на природна опасност е признато за критична цел в управлението на риска от Natech. Поради тази причина през 2012 г. измененията на Директивата "Севезо" на ЕС изрично въведоха риска от Natech като важен компонент на цялостната стратегия за управление на риска на опасни обекти за обектите с висок риск в доклада за безопасност (приложение II на директивата). Вследствие на това политиката за предотвратяване на големи аварии (МАРР), вътрешният аварийен план, информацията, предоставена на компетентните органи за изготвяне на външни аварийни планове,

и системата за управление на безопасността (SMS) също трябва да вземат предвид тази информация. Общите критерии за проверка, представени тук, са предназначени да служат като справка за инспекторите на обекти на "Севезо" за това как да прегледат тези елементи, за да установят ефективността на подхода за управление на риска на Natech на обекта.

ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СЪБИТИЯТА НА NATECH

Характеристиките на събитията на Natech се различават от тези на конвенционалните технологични аварии и понастоящем няма добре установени методологии за оценка на риска от Natech. Естествените опасности могат да причинят **множество и едновременни изпускания** в обширни райони, които е възможно да надхвърлят капацитета за реагиране на място и извън него. Въведените **мерки за безопасност** за предотвратяване на конвенционални големи аварии или смекчаване на последствията **от тях често са неефективни или недостатъчни срещу Natech**, тъй като обикновено не са проектирани да издържат на природно събитие [2]. Например, в случай на изпускане на опасни вещества, предизвикано от наводнения (**Фигура 1**), наводнените водосборни басейни обикновено не могат да задържат изпускане, което позволява неограниченото разпространение на опасни течности в по-голяма площ [3].

Комуналните услуги също често се прекъсват по време на природно събитие (напр. захранване, необходимо за контрол на процеса или за безопасно изключване, вода за гасене на пожар или охлаждане). В такива ситуации **домино събитията са по-чести**, отколкото при конвенционалните аварийни ситуации [3]. Освен това стандартните мерки за гражданска защита, които обикновено се използват по време на конвенционални технологични аварии с изпускане на вещества, като **подслон на място или евакуация, може да не са функционални или подходящи по време на авария на Natech** поради щетите, причинени от природното събитие [4].



Фигура 1. Нефено петно, образувано след повреда от наводнение в резервоари за съхранение в Кофивил, САЩ, 2007 г. (Снимка: Граждански въздушен патрул на Канзас)

РОЛЯТА НА ИНСПЕКЦИИТЕ

Ролята на инспекциите е да проверят дали операторът е наясно, че рискът от голяма авария може да се увеличи от природни опасности на мястото на предприятието и че са взети мерки за намаляване на риска от Natech. По-конкретно, инспекторът трябва да провери дали:

- Има извършен анализ на възможните **природни опасности на място** и в околностите на предприятието. Неговите резултати трябва да бъдат включени в доклада за безопасност за обекти с висок риск
- **Рискове, произтичащи от големи аварии, причинени от природните опасности** са правилно оценени.
- Операторът може да докаже, че са приложени адекватни мерки за предотвратяване на сценарии на Natech и за смекчаване на последствията от тях.
- Информацията за риска от авария на Natech се отчита в MAPP и SMS и се предприемат мерки за намаляване на риска от Natech.
- Информацията за риска от авария на Natech е включена в изготвянето на аварийните планове.
- Операторът е информирал обществеността за риска от Natech съгласно законовите изисквания.

• Информацията на Natech описана в съответните документи е представителна за ситуацията в предприятието.

ИНФОРМАЦИЯ ЗА НАТЕСН В ДОКЛАДИ ЗА БЕЗОПАСНОСТ

За да се докаже, че рискът от Natech е бил разгледан правилно, следната информация трябва да бъде включена в доклада за безопасност [5, 6]:

- Информация за **природните опасности, които биха могли да засегнат местоположението на дадено предприятие**, напр. екстремни температури, силни ветрове, наводнения, цунами, свлачища, екстремни валежи, бури, светкавици, земетресения, горски пожари.
 - Демонстрация, че операторът е идентифицирал и адекватно описал **сценарии за големи аварии, предизвикани от идентифицираните природни опасности**.
 - Информация относно **допусканията, ограниченията и несигурността** на анализа на риска от Natech. Ефектите от изменението на климата върху влошаването на бъдещите природни опасности трябва да бъдат взети предвид.
 - Информация за **мерките за безопасност**, въведени за предотвратяване или смекчаване на големи аварии, предизвикани от природни опасности. Мерките за безопасност **трябва да могат да предотвратят** въздействието на природните опасности, които биха могли да предизвикат аварията Natech
 - **Проектни спецификации на комунални услуги и оборудване за безопасност, засегнати от всяка потенциална природна опасност**, както и условията, при които те се повреждат (напр. гранични състояния, критично наводнение с дълбочина на водата).
 - **Земеползването и/или топографските карти**, представени в доклада за безопасност, трябва да включват рисковете от големи аварии, предизвикани от природни опасности.
- Докладите за безопасност на съществуващи предприятия трябва да бъдат преразгледани, когато стане достъпна нова информация за потенциални природни опасности, които биха могли да предизвикат голяма химическа авария (напр. поради изменение на климата или актуализации в моделирането на природни опасности).

СПЕШНИ ПЛАНОВЕ ЗА НАТЕСН

Рискът от големи аварии, предизвикани от природни бедствия, трябва да се вземе предвид

при аварийното планиране. Мерките за предотвратяване и смекчаване на аварии трябва да са **ефективни дори при условия на природни опасности**, например по време на земетресения, наводнения, обилни валежи, силни ветрове или екстремни температури. Мерките, които не са ефективни при такива условия, трябва да се считат за неефективни и в аварийните планове за големи аварии от Natech.

По-специално, **самостоятелни комунални услуги**, като резервни генератори на електроенергия и водни резервоари, **трябва да са налични дори след като е настъпило въздействието на природна опасност**. Ако това не е възможно, аварийните планове трябва ясно да посочват кои комунални услуги могат да бъдат гарантирани, че ще останат налични и кои може да не са на разположение за реакция в случай на природна опасност. **Аварийните планове трябва да описват възможните стратегии за реагиране, които да се приемат, когато основните комунални услуги са недостъпни.**

КОМПОНЕНТИТЕ НА ИНФОРМАЦИЯТА ЗА РИСКА ОТ NATECH

Оценка на природните опасности в района на предприятието

Важно е операторът да е идентифицирал видовете природни опасности, които имат потенциал да предизвикат авария. Всеки оператор трябва да опише **поне един сценарий на природна опасност (вижте приложение 1)**. Когато са налични, операторите трябва да използват специфични за местоположението данни за описание на параметрите на интензитета на природните опасности. Това позволява идентифицирането на изложените съоръжения в предприятието и въздействието на природната опасност върху околностите на предприятието. Някои сценарии на природни опасности може да са явление „обща причина“, тоест събитието не засяга само една част от обекта, а няколко съоръжения наведнъж (или дори всички), въпреки че някои части може да са по-уязвими. Операторът може да използва различни критерии за идентифициране на сценариите на природна опасност (най-вероятен, най-лош случай и т.н.), при условие че този избор може да бъде разумно обоснован. За всеки сценарий описанието на природните опасности трябва да се придържа към следните принципи:

- Трябва да се посочат **видът и основните характеристики** на природната опасност.
- Лицето или агенцията, извършваща оценката на природните опасности на промишления обект,

трябва да притежава съответните **експертни познания и компетентност**.

- Изходната документация трябва да е лесно достъпна.
- Описанието на природните опасности трябва да се **основава на надеждни и доверени източници**. Предпочитаните източници на информация обикновено са държавни органи, например гражданска защита, на национално или местно ниво.
- Трябва да се посочи списък на **съоръженията, изложени** на природна опасност.
- Сценариите за природни опасности трябва да бъдат **описани подробно и пълни** и трябва да бъдат описани в съответствие с най-добрите практики.
- Нивото на детайлност на информацията за природни бедствия трябва да е **адекватно за анализ на рисковете от големи аварии**.
- Информацията трябва да бъде полезна за оценка на потенциалните щети на промишленото оборудване и/или смущенията в комуналните услуги (т.е. потенциални **инициатори на аварии**).
- Информацията трябва да включва минали природни опасности, **случили се на обекта**.
- Информацията за природни опасности **трябва да е скорозна** (актуална).
- Информацията за природни опасности трябва да вземе предвид нарастващата честота и интензивност на някои природни опасности, дължащи се на **изменението на климата**.

Вижте също Приложение 2 за допълнителна информация относно оценката на природните опасности при проектирането.

Идентифициране на повреда и уязвимост на оборудването

За всяко съоръжение, изложено на природна опасност, операторът трябва да оцени възможността части от инсталацията да претърпят щети. Операторът трябва да се съсредоточи върху оборудването и техническите системи, чиято внезапна повреда може да доведе до инциденти или опасни ситуации. По-специално, резервоарите за съхранение са доказали, че са уязвими към различни природни опасности. За всяка природна опасност е важно операторът да идентифицира основните **начини на повреда** на всеки елемент, принадлежащ към изложено съоръжение. Трябва да се вземат предвид режими на повреда, които биха могли да доведат до опасни ситуации или загуба на херметизация (LOC) (напр. спукване на резервоар за съхранение с изтичане). LOC обикновено се считат за „критични събития“ и началото на действителните аварии Natech. Също така е важно да се идентифицират оперативните условия, при които

е по-вероятно да възникнат щети от природни опасности. Например резервоарите за съхранение с високо ниво на пълнене са по-склонни да се повредят при земетресения поради плискане на течност [7], докато резервоарите с пониско ниво на пълнене са по-склонни да се повредят при наводнения поради плаваемост [8]. Вижте също Приложение 3 за допълнителна информация относно типичните режими на повреда.

Идентифициране на допринасящите фактори

Друг ефект, който характеризира аварията Natech, е предизвикано от природна опасност прекъсване на системите за управление, инструментите, комуналните услуги, системите за безопасност и друго оборудване [3, 5]. Аварии Natech често възникват, когато компонентите на системите за безопасност (напр. откриване на теч/пожар, потушаване на пожар, автоматично изключване) са прекъснати или когато основните комунални услуги (напр. електрическо захранване, съгъстен въздух, пара, охлаждаща вода) са недостъпни. В резултат на това инцидентите не могат да бъдат смекчени и опасните ситуации могат лесно да се превърнат в авария. **Трябва също да се оцени възможността за повреда или прекъсване на комуналните услуги, оборудването за безопасност, инструментите и спомагателните системи.** Типичното смущение при тях е:

- Загуба на електричество
- Късо съединение
- Повреда на алармата
- Неизправност на инструмента
- Повреда на помпа/компресор

Идентифициране и описание на сценарии за аварии Natech

Идентифицирането на опасностите от Natech служи за намиране и анализиране на потенциални източници на неблагоприятни ефекти, включващи освобождаване на опасни вещества след въздействието на природни опасности [11]. Потенциалните източници на опасност в предприятията могат да бъдат класирани въз основа на три фактора:

1. Типа опасност (токсичност, пожар, експлозия) и количеството вещество (или смес) в единица;
2. Физическото състояние на веществото;
3. Структурната уязвимост на единицата по отношение на природното събитие, което определя щетите и режимите на освобождаване.

Въпреки че по принцип (използвайки тези три фактора) операторите биха могли да опишат

сценариите за Natech по същия начин като „конвенционалните“ сценарии за аварии, **специфичните за Natech условия трябва да се вземат предвид (ако е приложимо) за моделиране на сценарии за аварии.** Те могат да засегнат както критичните събития Natech (изпускане на опасни вещества), така и сценариите за Natech по различни начини. Примери за специфични за Natech условия са:

- Изключителни екологични или метеорологични условия (напр. силни ветрове, наводнения);
- Загуба на предпазни бариери (напр. повредени противопожарни съоръжения, аларми и детектори, наводнени ограничителни диги);
- Загуба на комунални услуги (напр. електричество, водоснабдяване, комуникационни линии);
- Повреда на сгради и инфраструктура (напр. къщи, пътища, електрически мрежи);
- Множество и едновременни аварии поради природни опасности.

Специфичните за Natech условия биха могли **да повлияят на размера на отделяне на опасни вещества, да осигурят нова среда за веществата да достигнат до рисковите рецептори** (напр. чрез разпръскване на приливна вода), **да бъдат източник на запалване** (напр. мълния) или **да увеличат уязвимостта на рисковите рецептори** (напр. чрез предотвратяване на подслон на място или евакуация).

Трябва да се отбележи, че някои условия могат да влошат последствията от аварията (напр. загуба на вторична херметизация), докато други могат да имат смекчаващи ефекти (напр. силните ветрове могат да помогнат за разпръскването на запалими облаци). Като се има предвид високата степен на несигурност, се препоръчва използването на предположението за най-лошия сценарий сред възможните избори за моделиране. След внимателно разглеждане, ако никакви специфични условия не могат да повлияят на сценарий за Natech, той може да бъде оценен като всеки друг „конвенционален“ сценарий на авария.

Приложение 4 предоставя допълнителна информация за онези страни, които изискват оценка на вероятността от сценарий за авария.

МЕРКИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА РИСКА ОТ NATECH

Предприятията Севезо трябва да прилагат технически и оперативни мерки за предотвратяване на Natech аварии и за смекчаване на последствията от тях. Този раздел обсъжда **ресурсите и процедурите, необходими**

на операторите за управление на риска от Natech в предприятията Севезо.

Подобряване на устойчивостта на съоръжения и конструкции

Рискът може да бъде намален чрез **защита на предприятията от щети, причинени от природни бедствия**. Процесните и складовите единици, както и оборудването за безопасност и критичните единици трябва да бъдат проектирани така, че да издържат на въздействия от природни опасности. Съществуващите единици оборудване, които могат да бъдат повредени от природни опасности, причинявайки значителен риск за Natech, трябва да бъдат преоборудвани (пример на **Фигура 2**), за да се подобри способността им да оцелеят при природни опасности (напр. инсталиране на гъвкави връзки, закотвяне на оборудване, повдигнати опори, водоустойчив навес за електрическо оборудване [14]).



Фигура 2. Системата за укрепване на този резервоар за LPG беше подсилена след земетресението и цунамито през 2011 г. в Източна Япония (Снимка: Е. Краусман)

Алтернативно, самият обект може да бъде конфигуриран за смекчаване на специфични природни опасности в райони с критични съоръжения (напр. изграждане на диги, издигане на високи сухи зони, уплътняване на почвата, инсталиране на мълниеващитни системи). Операторите на съществуващи предприятия могат да обмислят преместване на отделни процеси и съхранение на опасни вещества в райони, изложени по-малко на природни опасности.

Подготовка за въздействие на природни бедствия

В допълнение към подготовката на аварийни процедури на Natech (вижте следващия раздел), операторите трябва да идентифицират специфични процедури за **предотвратяване на Natech аварии** или за смекчаване на последствията от тях в отговор на **въздействия от природни бедствия и ранно предупреждение**. Тези процедури трябва да бъдат приведени в действие, преди да възникнат Natech аварии. По-специално, процедурите следва да изяснят:

- Роли и отговорности на персонала на

предприятието;

- Действия, които трябва да се извършат при възникване на природна опасност;
- Колко време отнема всяко действие;
- Точните условия, които инициират процедурата.

Всяка процедура трябва да включва действия, предназначени да предотвратят Natech аварии или да смекчат последствията от тях. Няколко типа действия са доказали ефективността си при предотвратяване на Natech аварии или смекчаване на последствията от тях в случай на въздействие от природна опасност, например:

- **Мониторинг на природни опасности:** Операторът следва развитието на природните опасности.
- **Аварийно изключване:** Операторът определя условията, при които трябва да се извърши аварийно изключване.
- **Екип:** Премахване на целия излишен персонал на обекта помага да се намали потенциалното въздействие на събитията Natech. Операторът трябва да определи екип, за да осигури съоръжението и да активира аварийни процедури.
- **Обезопасяване на плаващи обекти:** Предмети, плаващи върху приливни води, могат да засегнат критични съоръжения и да причинят злополуки. Това може да се предотврати чрез обезопасяване на плаващи обекти или чрез премахването им от обекта в случай на наводнение.
- **Оборудване за осигуряване:** Лекото оборудване е уязвимо на повдигащата сила, упражнявана от наводненията. То трябва да бъде закрепено с котви. Празните резервоари могат да се пълнят с вода, за да се увеличи устойчивостта им на наводнения.
- **Комуникация с властите:** Властите трябва да бъдат предупредени, когато се случи природно събитие и операторът подозира, че може да възникнат Natech аварии.
- **Обучение:** Трябва да се гарантира, че служителите са наясно с природните опасности на обекта и че са надлежно обучени в процедурите за справяне с техните въздействия.

Подобряване на готовността за събития Natech

Обичайно е **службите за спешна помощ, повикани да реагират при Natech авария, да не са налични**, тъй като са заети с борбата с последствията от природното бедствие, причинило аварията. Следователно готовността трябва да вземе предвид **липсата на персонал на място** (напр. поради природно бедствие, паника и др), което може да доведе до **невъзможност за**

предприемане на защитни действия [5]. Предприятията Севезо в зони с природни опасности трябва да разполагат с **резервни съоръжения, системи за безопасност и ресурси за спешни случаи**, които могат да работят, докато не станат налични външни служби за спешна помощ. Операторът трябва да **оцени подготвителното време** преди въздействието на природни бедствия и да го сравни с графика на действащите на обекта аварийни процедури, с оглед на преодоляване на евентуални пропуски между момента, в който е необходима спешна мярка, и момента, в който тя може да бъде налична.

Освен това природните опасности могат да **възпрепятстват достъпа до съоръженията** по много начини. Достъпът до предприятие може да бъде възпрепятстван от отломки, пътищата да бъдат разрушени или потопени. В този случай операторът трябва да обмисли **закупуването на специфично аварийно оборудване** (напр. лодки, спасителни жилетки), за да **реагира по-добре на големи аварии** (както Natech, така и не Natech) **по време на изключителни условия** (напр. бури, земетресения, наводнения). Типът оборудване трябва да бъде избран внимателно, за да се гарантира ефективността и безопасността на реагиращите, като се вземат предвид действителните природни опасности на място (напр. спасителни жилетки и лодки в случай на наводнения или цунами; трактори и машини за отстраняване на отломки в случай на земетресения или бури).

Действия след влияние от природни опасности

Дори ако авария Natech не се случи веднага след влиянието на природна опасност, **съоръженията трябва да възстановят нормалното функциониране безопасно**. Стартирането на големи промишлени процеси само по себе си е опасна фаза, още повече след въздействието на природна опасност. Възможно е някои щети, причинени от събитието, да не бъдат незабавно забележими или условията да не са безопасни за рестартиране (напр. оборудване, напоено с вода). Поради това е изключително важно **процедурите за стартиране да включват действия, които отчитат евентуални предходни щети от природна опасност**, като [15], по-специално:

- Проверка за повредено оборудване, резервоари и инструменти преди стартиране;
- Изчакване докато основният персонал, претърпял наранявания, се възстанови или бъде заменен.

Както при другите процедури, процедурите за

стартиране след природна опасност трябва да се поддържат актуални.

Annex 1. Оценка на природните опасности: детерминистична или вероятностна

Описанието на природните опасности може да бъде вероятно или детерминистично. При **детерминистичния подход** експертите идентифицират референтен сценарий на природна опасност, който се описва чрез неговата интензивност (напр. пиково земно ускорение, дълбочина на наводнение). При **вероятностния подход** описанието на опасността включва оценка на нейната честота (вероятност) въз основа на исторически записи. Опасността може (1) да бъде описана като дискретно събитие, което или се случва, или не се случва (напр. спукване на дига) с дадена вероятност; (2) може да се свърже с променлива (интензивността), която има диапазон от стойности (напр. скорост на вятъра). В последния случай това, което е необходимо, е оценка на вероятността дадена стойност да бъде достигната или надвишена.

Annex 2. Конструкции, проектирани да издържат на природни опасности

Някои съоръжения могат да бъдат проектирани да издържат на природни опасности в съответствие със съществуващите кодекси или стандарти. В тези случаи **операторите може да се изкушат да твърдят, че нищо не може да се случи, тъй като съоръжението е проектирано да устои на природни опасности**. Този подход може да бъде подвеждащ, тъй като референтният проектен интензитет може да бъде надвишен в случай на екстремни природни събития.

Процедурите за проектиране на промишлени конструкции се основават на идентифицирането на „**гранични състояния**“, които са стойности на параметъра на интензитета на природните опасности, които конструкцията е в състояние да издържи, без да претърпи повреда. Структурите обаче не могат да устоят на всички възможни природни опасности, тъй като някои от тях неизбежно възникват с интензитет, надвишаващ този на граничните състояния.

Дори когато не е изрично посочено в документацията, **изборът на гранични състояния всъщност се основава на честотата на поява (или период на повторение) на природната опасност**. Поради тази причина процедурата по проектиране може да постигне само намаляване на риска за конструкцията, но не може да изтрие риска напълно. Това също така означава, че **известен остатъчен риск винаги е налице за всяка структура, дори когато конструкцията е проектирана да устои на природни опасности**.

Въпреки това, степента на този остатъчен риск обикновено не се взема предвид, когато се оценява рискът от голяма авария. Конструктивният риск се пренебрегва, поради ниската честота на възникване на граничното състояние. Но това,

което може да изглежда като пренебрежимо малка честота на разрушаване за строителния инженер, всъщност може да бъде значителна честота за критични събития (най-важни събития). В този случай **е важно операторът да записва информацията за природните опасности, използвана по време на фазата на проектиране**, за да бъде на разположение по-късно за оценка на риска.

Сценариите на природни опасности с честоти, по-ниски от тези на граничното състояние, също трябва да бъдат взети под внимание при оценката на авариите Natech. Едва след като сценариите Natech бъдат анализирани и оценени, тези сценарии за природна опасност трябва да бъдат отхвърлени, **ако все още се считат за незначителни**, не преди това. Когато използват детерминистичен подход, експертите трябва да изберат най-високия наличен интензитет на природни бедствия като най-лош сценарий на природни бедствия, дори ако той е по-висок от проектния интензитет.

Повреда от загуба на устойчивост: деформацията на металните заграждения е типична за много видове природни опасности, когато внезапно натоварване засяга конструкцията. Изкривяването само по себе си обикновено не причинява загуба на задържане. Въпреки това, може да причини структурна нестабилност и може да бъде придружено от други видове щети, като разкъсване на тръби и връзки, разкъсване на метални пластини или отделяне на връзката корпус-дъно. Повреда от загуба на устойчивост често се наблюдава в долната част на атмосферните резервоари за съхранение след силни земетресения и се нарича изкривяване „слонски крак“ [7].

Разкъсване на тръби, фланци и връзки: тръбите, фланците и фитингите са уязвими на редица природни явления. Повредата на тръбопровода обикновено води до загуба на съдържание. Земетресенията и наводненията са отговорни за деформацията и разкъсването на тръбите чрез изместване на свързаните към тях единици [7]. Мълнии са пробивали тръби както на земята, така и под земята. Силните ветрове са водели до падане на високи предмети (като отдушници или комини) върху тръби и тръбни стелажи, като са ги скъсали [9]. Ниските температури са причинили няколко аварии поради втвърдяване (замръзване) на съдържанието вътре в тръбите.

Разкъсване на метални заграждения: когато деформацията е достатъчно голяма, металните листове, които съставляват корпуса на съда, могат да се разпаднат и да причинят LОС. Това явление е по-често срещано при оборудване, чиито плочи са занитени или завинтени заедно [7].

Отделяне на връзката между стената и дъното на корпуса: стените и дъното на корпуса могат да бъдат съставени от два отделни метални листа. Когато загубата на устойчивост засяга дъното на съда, пръстеновидната връзка между стената и дъното е силно натоварена. Разкъсването на съда на това място може да причини загуба на херметизация на опасни материали. Често се свързва с изкривяването на „слонския крак“ на атмосферните резервоари за съхранение при земетресения [7].

Повреда на опорния крак: много единици имат опорни крака, за да издържат теглото си. Тези крака обикновено са проектирани да поддържат собственото тегло на оборудването и известно хоризонтално възбуждане. В случай на земетресения, страничните натоварвания могат да надхвърлят проектната спецификация на опорните крака и да причинят тяхната повреда, което води до срутване на цялото оборудване на земята отдолу [7]. Този режим на повреда може да причини загуба на задържане.

Разкъсване на покрива на резервоара: когато резервоарът за съхранение има фиксиран покрив, той може да бъде уязвим от въздействието на природна опасност, тъй като е част от оборудването с най-ниско тегло и дебелина. Силните ветрове могат да доведат до огъване на покрива [8] без загуба на съдържание. Плискането на течност, причинено от сеизмични събития, може да доведе до огъване на покрива и части от течността да се разляят извън резервоара през вентилационни отвори и през новосъздадени разкъсвания на покрива [7].

Повреда на плаващ покрив: някои от най-големите атмосферни резервоари за съхранение, проектирани да държат огромни количества течен продукт, нямат фиксиран покрив, а метална палуба, която плува върху повърхността на течността. Когато покривът претърпи повреда, той може да потъне в течността отдолу. Когато това се случи, повърхността на течността е изложена на въздуха и продуктът започва да се изпарява с освобождаване на пари в атмосферата [9]. В допълнение дренажите за дъждовна вода, монтирани на покрива (сега потопени), могат да позволят изпускането на течността през дренажа и извън резервоара. Основните причини за повреда на плаващ покрив са натрупване на вода поради обилни валежи и плискане на течност поради земетресения. Когато течното вещество е запалимо, природни опасности могат да възпламенят материала в уплътнението на ръба между покрива и стената на корпуса. Този тип пожар може да ескалира до пожар на цялата повърхност на резервоара. Мълнии и земетресения са отговорни за редица пожари на плаващи покриви [9,10].

Изместване и преобръщане: природна опасност може да окаже силно натоварване на оборудването, създавайки явления на трансляция и ротация. Когато това се случи, единиците могат да бъдат бутнати една срещу друга или да се преобрънат [5]. Този тип повреда може да причини щети от сблъсък и разкъсвания в прикрепената тръбна мрежа, като и двете могат да доведат до загуба на херметичност. Изместени и съборени резервоари за съхранение са наблюдавани при земетресения поради силно странично ускорение [7]. При наводнения и цунами, повдигащата сила на плаваемост, блъскането на вълни и съпротивлението на водата са причинили този тип щети [9].

Повреда от пробиване: остри предмети, бутнати срещу оборудването, могат да причинят изкривяване и дупки в корпуса с потенциал за загуба на съдържание [9]. Както тежките нискоскоростни обекти, носени от наводнения или цунами, така и по-леките високоскоростни обекти, изстреляни от силни ветрове, могат да причинят пробиви. Повредата от пробиване може да засегне както оборудването, така и тръбите, особено тези с малка дебелина на корпуса (или тръбата).

Препълване: водата може да се излее във важни единици, съдържащи опасни материали по време на наводнения и проливни дъждове. Когато количеството вода надхвърли капацитета на уреда, тя прелива, отнасяйки със себе си част от съдържанието на уреда. Това е често срещано ЛОС събитие за части от технологични инсталации, които са отворени, като дренажите и някои пречиствателни станции [9].

Апнех 4. Оценка на вероятността от сценария за Natech

За Natech аварии вероятността от авария и вероятността от природна опасност са неразривно свързани. Всъщност вероятността за сценарий за Natech никога не може да надхвърли тази на задействащия сценарий за природна опасност. Първо, **вероятността от критичните събития** (най-важните събития) трябва да бъде оценена с помощта на статистически данни за природни опасности, след което **вероятността от сценариите за Natech** може да бъде анализирана с помощта на дървета на събития или еквивалентни методи.

Вероятност за критично събитие Natech

Има две основни категории критични събития:

- Natech, които са резултат от **физическо увреждане на защитна структура**,
- Natech, които се произвеждат от **неконтролирани смущения в процеса**, напр. поради спиране на тока.

За **първата категория** вероятността от критично събитие може да бъде пряко свързана с вероятността от **повреда на оборудването**. Най-простият метод е да се приеме, че **ограничаването е неуспешно, когато проектните спецификации са надвишени** с логиката „да/не“. Вероятността от повреда може да се оцени като вероятността от възникване на естествено събитие, което надхвърля проектната спецификация на оборудването. Друг класически метод за оценка на вероятността от увреждане е използването на **криви на чупливост** [7, 12]. Налични са различни криви за оценка на вероятността от повреда на промишлено оборудване, уреди и комунални услуги в случай на въздействие от природни бедствия [12]. Кривите на чупливост могат да бъдат свързани с широк набор от видове щети. За по-голяма простота всички тези видове щети обикновено се разделят на класове щети (напр. незначителни, умерени, големи, тежки щети), известни като „състояния на щети“. Кривите на чупливост обикновено предоставят вероятностни стойности за всяко състояние на повреда. Някои или всички състояния на повреда могат да доведат до едно или повече критични събития. Един възможен метод за намаляване на сложността на анализа е да се вземе предвид само едно състояние на повреда, надвишаващо определена стойност (например умерено увреждане или по-голямо) за всеки компонент [13].

Втората категория са аварии, причинени от нарушение на процеса поради природно събитие. В този случай критичното събитие Natech е подобно на критичните събития, разглеждани в конвенционалния промишлен анализ на риска, с тази разлика, че някои компоненти на процеса могат да бъдат повредени и важни системи да бъдат прекъснати. Съответно същите методи могат да се използват за идентифициране на критични събития (напр. списък за проверка, HAZOP, FMEA/FMECA) и за оценка на вероятността от повреда/неизправност (напр. дърво на грешките, папионка). Особено внимание обаче трябва да се обърне на идентифицирането на групите, в които един (или повече) компоненти са уязвими за природни опасности. Също така е важно да се отбележи, че стойностите на надеждността на компонентите и системите могат да се променят значително поради **възможността за повреда от природна опасност**. Тези стойности трябва да се избират внимателно. Надеждността на системите трябва да бъде оценена, като тези, които не могат да оцелеят след природното събитие, се считат за неуспешни. Когато оценката на жизнеспособността на компонентите е несигурна, следва да се използва условна вероятност за повреда, която отчита настъпването на сценария на природна опасност (напр. специално разработени криви на чупливост за засегнатите компоненти).

Вероятност за сценарий Natech

Логическите дървета могат да се използват, когато се оценява вероятността от сценарии за Natech, които могат да възникнат от всяко критично събитие Natech (напр. дървета на събития, байесови мрежи). **Специфичните условия на сценариите за Natech също трябва да бъдат взети под внимание**, включително всички допринасящи фактори. Например, стойността на вероятността от възпламеняване на запалими вещества трябва да бъде по-висока в случай на аварии, предизвикани от удари на мълния (тъй като мълнията сама по себе си е източник на запалване), или ако допринасящите фактори включват късо съединение поради повреда

на електрическото оборудване, причинена от наводнение. По същия начин, за сценариите за Natech, вероятността от повреда на вторичната херметизация също трябва да бъде по-висока (дори 100% в случай на големи наводнения) в сравнение с конвенционалните сценарии за авария. Като се има предвид всяко критично събитие Natech, всички компоненти, които са били считани за неуспешни (или неналични) по време на оценката на критичното събитие Natech (вижте раздела „Вероятност за критично събитие Natech“) и които следователно са необходимо условие за това критично събитие Natech да се случи, трябва да се проверят. Ако същите компоненти играят роля в развитието на който и да е сценарий за Natech, който може да възникне от критичното събитие Natech, те трябва да се считат за неуспешни и в процедурата за оценка на вероятността. Трябва да се анализира и надеждността (т.е. жизнеспособността) на всички други компоненти на системите за безопасност, които са засегнати от природната опасност.

ИЗТОЧНИЦИ

- [1] Krausmann, E., Cruz, A.M., Salzano, E., 2017. Natech risk assessment and management: reducing the risk of natural-Hazard impact on hazardous installations, Elsevier.
- [2] Krausmann, E., Girgin, S., Necci, A., 2019. Natural hazard impacts on industry and critical infrastructure: Natech risk drivers and risk management performance indicators, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 40, 101163.
- [3] Necci, A., Krausmann, E., Girgin, S., 2018. Emergency planning and response for Natech accidents, In: *Towards an all-hazards approach to emergency preparedness and response: Lessons learnt from non-nuclear events*, NEA, OECD Publishing, Paris.
- [4] Steinberg, L.J., Sengul, H., Cruz, A.M., 2008. Natech risk and management: an assessment of the state of the art, *Natural Hazards*, 46 (2), pp. 143-152.
- [5] Krausmann, E., Salzano, E., 2017. Lessons Learned From Natech events, In: Krausmann, E., Cruz, A.M., Salzano, E. (Eds.) *Natech risk assessment and management*, Elsevier, Amsterdam, pp. 33-52.
- [6] OECD, 2015. Addendum Number 2 to the OECD Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response (2nd ed.) to Address Natural Hazards Triggering Technological Accidents, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- [7] Eidinger, J. M., Avila, E. A., Ballantyne, D., Cheng, L., der Kiureghian, A., Maison, B. F., O'Rourke, T. D., Power, M., 2001. Seismic fragility formulation for water systems, *American Lifelines Alliance (ALA)*, USA.
- [8] Godoy, L.A., 2007. Performance of Storage Tanks in Oil Facilities Damaged by Hurricanes Katrina and Rita. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, Vol. 21, No. 6, pp. 441-449
- [9] Necci, A., Girgin, S., and Krausmann, E., 2018. Understanding Natech Risk Due to Storms - Lessons learned and recommendations, EUR 29507 EN, European Union.
- [10] Girgin, S., 2011. The natech events during the 17 August 1999 Kocaeli earthquake: aftermath and lessons learned. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 11 (4) (2011), pp. 1129-1140. <https://doi.org/10.5194/nhess-11-1129-2011>.
- [11] Cozzani, V., Salzano, E., 2017. Technological Hazard Characterization, In: Krausmann, E., Cruz, A.M., Salzano, E. (Eds.) *Natech risk assessment and management*, Elsevier, Amsterdam, pp. 91-105.
- [12] FEMA, Multi-hazard Loss Estimation Methodology: Earthquake Model, Hazus[®]-MH 2.1: Technical Manual, Federal Emergency Management Agency, US Department of Homeland Security, USA, 2015. <http://www.fema.gov/>
- [13] Salzano, E., Iervolino, I., Fabbrocino, G., 2003. Seismic risk of atmospheric storage tanks in the framework of quantitative risk analysis. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 16, pp. 403-409.
- [14] Krausmann, E., Renni, E., Campedel, M., Cozzani, V., 2011. Industrial accidents triggered by earthquakes, floods and lightning: lessons learned from a database analysis, *Natural Hazards*, 59, pp. 285-300.
- [15] USCSB, 2005. After Katrina: Precautions Needed During Oil and Chemical Facility Startup, Safety Bulletin No. 2005-01-S, U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board, Available at: <https://www.csb.gov/after-katrina-special-precautions-needed-during-oil-and-chemical-facility-startup/>

Други публикации в поредицата “Общи критерии за проверка”



Поддръжка на системи за първично задържане



Системи за освобождаване на налягането



Изпълнение на безопасността на процеса



Аварийни изолационни системи

Всички публикации на MAHB могат да бъдат намерени на <https://minerva.jrc.ec.europa.eu/en/shorturl/minerva/publications>

Други ресурси от Съвместния изследователски център

Бърз анализ на риска за Natech и картографиране - RAPID-N



<https://rapidn.jrc.ec.europa.eu>

База данни за инциденти Natech - eNatech



<https://enatech.jrc.ec.europa.eu>

Относно бюлетина

Този бюлетин е продукт на Техническата работна група на ЕС за инспекции по Севезо. За повече информация, свързана с този бюлетин и други подобни продукти, посетете <http://minerva.jrc.ec.europa.eu>

Данни за контакт:

Съвместен изследователски център на Европейската комисия, дирекция „Електронно пространство, сигурност и миграция“, отдел “Иновации в областта на сигурността“, via E. Fermi, 2749 21027 Ispra (VA) Италия Имейл: info@MINERVA-Info@ec.europa.eu