

УДК 658.562.3

Ю.В. ШАТОХІНА

Київський національний університет технологій і дизайну

ПОТЕНЦІЙНІ НЕБЕЗПЕКИ У ВОДОПОСТАЧАННІ ТА ВОДОВІДВЕДЕННІ

Розглядаються небезпеки у системі водопостачання і водовідведення, види ризику і категорії наслідків відмов. Небезпеки відмов характеризуються за допомогою шести категорій наслідків. Дослідження проведено із використанням методу «дерева подій». Встановлено виникнення індивідуального, економічного, соціального та екологічного видів ризику залежно від об'єкту ризику та ризикованої події.

Ключові слова: небезпеки, види ризиків, дерево подій, водовідведення, водопостачання.

В Україні існує значна кількість об'єктів виробництва, які справедливо вважаються потенційно небезпечними [1, 2]. Під небезпекою розуміють дію або явище, яким притаманна шкода для людей або матеріальних предметів [2]. До потенційно небезпечних об'єктів, здатних до загрози здоров'ю людей, погіршенню стану довкілля відносяться перш за все об'єкти атомної, хімічної, видобувної промисловості. Але особливості розвитку суспільства на даному етапі (значне техногенне навантаження окремих територій, відсутність корпоративної соціальної відповідальності бізнесу, недостатня поінформованість громадян) усе частіше приводять до виникнення небезпеки для суспільства на тих об'єктах, які не вважаються потенційно небезпечними. Останнім часом підприємства водопостачання і водовідведення (ВВ) з'являються серед таких об'єктів, що створюють значну кількість небезпечних ситуацій [3–12] і потребують ідентифікації небезпек та визначення видів ризику.

Об'єкти та методи дослідження

Об'єктом досліджень стали потенційні небезпеки та види ризиків у системі ВВ. Небезпеки відмов характеризуються за допомогою шести категорій наслідків [2]. Наслідки розглядаються [2] як ступінь руйнації або втрати від відмови системи або її компонента, і це можуть бути економічні втрати, завдання шкоди здоров'ю людини або втрата нею життя. Дослідження проведено із використанням методів «Eventtreeanalysis (ETA)» – аналіз дерева подій, «Faulttreeanalysis (FTA)» – аналіз дерева відмов, «Experience-basedidentification» – визначення на підставі досвіду [2].

Постановка завдання

Провести ідентифікацію небезпек та визначення видів ризиків, які виникають у водопостачанні та водовідведенні, з метою подальшого врахування їх під час розроблення стратегії управління ризиками.

Результати та їх обговорення

Аналіз літературних джерел та практичного досвіду [6–12] погіршення останнім часом стану джерел водопостачання, особливо, поверхневих водойм (а як відомо, із 25 обласних центрів лише шість – Херсон, Суми, Чернігів, Луцьк, Рівне, Тернопіль – використовують для водопостачання виключно підземні води, решта-частково або повністю – поверхневі води) потребує ускладнення технології підготовки води, використання реагентів неоднозначної дії, методів оперативного реагування на забруднення води, все це створює передумови виникнення небезпечних ситуацій. До того ж, у переважній більшості міст України водопровід збудовано понад 100 років тому (наприклад, перші шість кілометрів водопроводу у м. Чернігів побудовано у 1883 році, і нині 15,2% водопровідних мереж використали свій термін експлуатації, а 13,5% є зношеними і аварійними). Зношування системи

водопостачання в середньому по Україні перевищує 60%. Застарілі мережі приводять до втрат до 25% від поданої у систему води, при цьому можливі і аварії (аварія – небезпечна подія техногенного характеру, яка спричинила загибель людей чи створює загрозу життю і здоров'ю людей та довкіллю [1]). Неочікуваний виток води крізь зруйновані труби здатен викликати різноманітні ризиковані події з видом ризику, який залежить від місця аварії та об'єкту ризику, як це представлено нами у табл.1.

Таблиця 1. Класифікація та характеристика видів ризику у водопостачанні і водовідведенні

№ Джерело ризику	Місце аварії	Об'єкт ризику	Ризикована подія	Вид ризику
Витік води внаслідок руйнації трубопроводу	Зона магістралі	Людина	Травма, інвалідність, смерть	Індивідуальний
Витік води внаслідок руйнації трубопроводу	Зона магістралі	Матеріальні ресурси	Витрати на ремонт	Економічний
Витік води внаслідок руйнації трубопроводу	Зона багатоповерхового будинку	Людина	Обвали, групові травми, смерть	Соціальний
Витік води внаслідок руйнації трубопроводу	Зона багатоповерхового будинку	Матеріальні ресурси	Витрати на ремонт	Економічний
Витік води внаслідок руйнації трубопроводу	Зона без техногенного навантаження	Матеріальні ресурси	Витрати на ремонт	Економічний
Артезіанська свердловина	Підземні води	Людина	Хвороба, смерть	Індивідуальний
Артезіанська свердловина	Підземні води	Екологічні системи	Екологічна катастрофа	Екологічний
Артезіанська свердловина	Підземні води	Матеріальні ресурси	Збільшення затрат на безпеку довкілля	Економічний
Хлорування	Вода питна	Людина	Хвороба, смерть	Індивідуальний
Хлорування	Вода стічна	Екологічні системи	Антропогенні екологічні катастрофи	Екологічний

Наприклад, руйнація водопровідної мережі у зонах без техногенного навантаження створює переважно економічний вид ризику, а у зонах із техногенним навантаженням залежно від об'єкту ризику (людина, матеріальні ресурси), а також від місця аварії (зона багатоповерхового будинку, зона магістралі) можливі індивідуальний, соціальний і економічний вид ризику.

Часто бувають випадки, коли зношена водопровідна мережа розташована поруч із зношеною каналізаційною системою, що приводить до потрапляння забруднень у водопровідну мережу, забруднення питної води, викликає захворювання на гепатит, дизентерію, черевний тиф, зокрема, у 2011 році в Україні виявлено вісім спалахів інфекційних захворювань, пов'язаних з неякісною питною водою [10]. Розглядаючи людину як об'єкт ризику в даному випадку виявляємо, що одночасна відмова

частини мережі водопостачання і мережі водовідведення формує індивідуальний та соціальний вид ризику з ризикованою подією у вигляді захворювань, збільшення смертності.

Деякі етапи забезпечення населення гарячою водою, що створюють ризики розвитку негативних для суспільства процесів (втрату гарячої води через зруйновані водні комунікації, виникнення небезпеки для здоров'я громадян, їх майна і довкілля) розглянуто нами на прикладі ВАТ «Облтеплокомуненерго» [5], що має тисячі кілометрів трубопроводів, спеціальне обладнання, і існує вірогідність різноманітних відмов системи чи її компонентів. Використовуючи відомий метод ЕТА розглянемо ризиковані події та сценарії їх виникнення згідно дерева подій для цієї організації (рис.1).

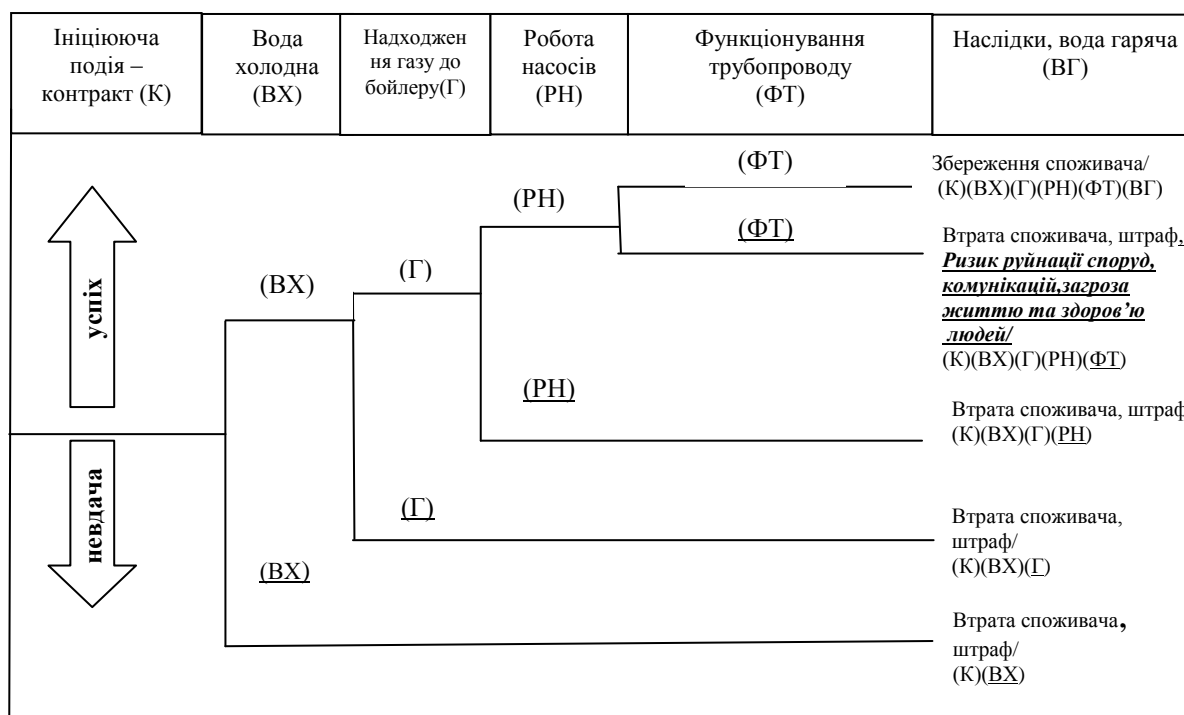


Рис.1. Дерево подій ВАТ «Облтеплокомуненерго»

Послідовність подій, яка може привести до успіху або відмови (невдачі) у цій організації, складається із ініціюючої події (контракту на постачання гарячої води) та етапів:

a – отримання холодної води; *b* – отримання газу та його надходження до бойлеру; *v* – надсилання води за допомогою насосів; *z* – проходження води по трубопроводу до споживачів.

Неотримання від постачальників води та газу (етапи *a*, *b*) або відмова (ремонт, заміна) насосу (етап *v*) викликає економічний ризик для ВАТ, штрафні санкції від споживачів. Крім того погіршуються умови життєдіяльності споживачів (населення складає близько 81%, юридичні особи – 19%), тобто можливий економічний та соціальний ризики. За категорією наслідків відмов у фінансовому вимірі вірогідні незначні втрати (найчастіше, менше 1 млн. доларів), тому за розглянутим сценарієм наслідки відмов визначаються як VI або V категорії – незначні втрати або малі.

Значно небезпечні наслідки формує порушення функціонування трубопроводу (етап *z*), яке може виявитися з двох причин: – руйнація трубопроводу внаслідок корозії та повне або часткове витікання

води через зруйноване місце у трубі; поступове звужування внутрішнього діаметру трубопроводу внаслідок накопичення солей кальцію і магнію.

Незалежно від причини порушення функціонування трубопроводу невиконання контракту приводить до штрафних санкцій з боку споживача, витрат на ремонт трубопроводу (економічний ризик). Відомо, що отвір у трубопроводі лише у 5 мм² і тиску 5 бар приводить до втрат води за рік 11720 м³ [11], тому нами враховується, що при витіканні води через зруйноване місце у трубопроводі, вимиванні, просіданні ґрунту виникає ризик руйнації споруд, комунікацій, загроза життю та здоров'ю людей – а це вже індивідуальний або соціальний ризик. При наявності декількох фатальних випадків (що можливо при просіданні ґрунту і потраплянні у обвал автотранспорту чи будинку) наслідки розглядаються як важкі і відносяться до II категорії.

Відомо, що водопостачання населення здійснюється не тільки спеціалізованими організаціями, які діють в межах закону, а і організаціями або окремими громадянами, які діють без дозволу. Бездозвільне водопостачання не тільки створює ризик отримання населенням неякісної питної води, а і приводить до існування значної кількості безхазяйних свердловин, які створюють загрозу потрапляння забруднюючих речовин у підземні води і наступного неконтрольованого поширення забруднень на значну відстань, несподіваного отруєння різноманітних джерел водопостачання (зокрема, колодязної води), загрози життю дітей і дорослих. Наприклад, на Чернігівщині незважаючи на щорічне проведення робіт по ліквідаційному тампонажу безгосподарських свердловин, їх кількість не тільки не зменшується, а навпаки, зростає [5]. Станом на 01.01.2011 року 384 артезіанські свердловини (10,9% з усіх наявних) не працює і є потенційними забруднювачами підземних вод, з них 138 – безгосподарські.

Якщо об'єктом ризику в даному випадку стає та людина, яка вживає забруднену воду, то ризикованою подією може бути хвороба, смерть, а вид ризику – індивідуальний. При забрудненні підземних вод особливо токсичними речовинами вид ризику для значної кількості людей може стати соціальним, навіть екологічним, привести до екологічної катастрофи. В усіх випадках наявність безгосподарських артезіанських свердловин (що створює загрозу забруднення підземних вод) потребує їх убезпечення тампонуванням за рахунок держави, а це означає збільшення затрат на безпеку довкілля, тобто цей вид ризику – економічний. На проведення ліквідаційного санітарно-технічного тампонажу на Чернігівщині у 2010 році було заплановано [5] 1,315 млн. грн., що дає підстави віднести початкову ситуацію (відсутність забруднення підземних вод) до Y–YI категорії наслідків відмов, при виникненні значного забруднення довкілля і сильного ураження людей – III категорія, а при довготривалому забрудненні довкілля, коли наслідки стають катастрофічними – I категорія наслідків відмов системи.

В зв'язку з тим, що мережі водовідведення такі ж застарілі, як і водопостачання, то руйнація трубопроводів стічних вод є джерелом ризику з видом ризику і ризикованою подією, аналогічними для розглянутих сценаріїв (табл.1).

До спільних потенційних небезпек у водопостачанні і водовідведенні відноситься також використання реагентів, що здатні створити аварійну ситуацію, наприклад, у випадку знезараження хлором питної або стічної води. Відомо, що при хлоруванні води значна кількість (10%) хлору іде на утворення надзвичайно небезпечних тригалометанів, а ризик захворювання онкологічними хворобами становить 470 випадків на 1млн. населення при максимальному хлоруванні води [12]. Розглядаючи хлорування питної води як джерело ризику для людини (об'єкту ризику) і враховуючи частоту

захворювань (4,7 на 10000 населення) отримуємо вид ризику – індивідуальний. При хлоруванні стічної води, котра поступає у поверхневі водойми, відбувається їх забруднення, антропогенне втручання у довкілля, об'єктом ризику у даному випадку є екологічні системи, вид ризику – екологічний.

До зовнішніх небезпек для очисних споруд, що використовують біологічне очищення стоків, можна віднести порушення правил приймання стічних вод в систему каналізації, залпові скиди токсичних речовин, що приводять до знищення активного мулу аеротенків і невідповідного функціонування очисних споруд при водовідведенні [13], вплив метеорологічних умов, наприклад, значних опадів на перевищення рівня завантаження очисних споруд та багато інших, які потребують подальшого вивчення і врахування для забезпечення надійної роботи системи.

Висновки

Дістало подальший розвиток ідентифікація небезпек, видів ризиків та категорій наслідків відмов у водопостачанні та водовідведенні з метою подальшого врахування їх під час розроблення стратегії управління ризиками. Визначено:

1. У водопостачанні та водовідведенні до потенційних небезпек відноситься:

1.1. руйнація водопровідної мережі, що у зонах без техногенного навантаження створює переважно економічний вид ризику; у зонах із техногенним навантаженням залежно від об'єкту ризику і місця аварії (зона багатоповерхового будинку, зона магістралі) можливі індивідуальний, соціальний і економічний вид ризику; одночасна відмова частини мережі водопостачання і мережі водовідведення формує для людини як об'єкту ризику індивідуальний та соціальний вид ризику з ризикованою подією у вигляді захворювань, збільшення смертності.

1.2. без дозвільне водопостачання шляхом виготовлення свердловин, що створює небезпеку:

а) отримання населенням неякісної питної води (вид ризику – індивідуальний);

б) можливості потрапляння забруднюючих речовин у підземні води внаслідок існування значної кількості безхазяйних свердловин (кількість яких щорічно зростає, а також неконтрольованого поширення цих забруднень (вид ризику – соціальний або екологічний);

в) існування безгосподарських свердловин – потребує їх убезпечення тампонуванням за рахунок держави, збільшення затрат на безпеку довкілля (вид ризику – економічний).

1.3. хлорування (знезараження) питної і стічної води, яке створює для людини як об'єкту ризику індивідуальний вид ризику, для екологічних систем – об'єкту ризику - екологічний вид ризику.

2. Визначено категорію наслідків відмов системи водопостачання:

а) у випадку руйнації водопровідної мережі – VI або V категорії – незначні втрати або малі;

б) при наявності декількох фатальних випадків (що можливо при просіданні ґрунту, обвалу автотранспорту чи будинку) наслідки можуть бути оцінені як важкі і віднесені до II категорії;

в) у випадку бездозвільного водопостачання шляхом виготовлення свердловин у початковій ситуації – V–VI категорія, при наявності забруднення підземних вод і сильного ураження людей – III категорія, а при довготривалому забрудненні довкілля – I категорія.

Список використаної літератури

1. Закон України « Про об'єкти підвищеної небезпеки». Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2001, N 15, ст.73.

2. Орел С.М., Мальований М.С. Ризик. Основні поняття: – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», – 2008.– 88 с.
3. Сваренные заживо //Всеукраинская газета «Я». – 2010.– №50 (409). – 3 с.
4. Иванова Ю., Менайлов О., Гавриленко О., Кириченко Т. Розробка рекомендацій для вдосконалення нормативної документації ВАТ «Облтеплокомуненерго» за допомогою контрольних карт Шухарта. – Чернігів.: Вісник ЧДТУ. – 2011.– №3 (51). – С.231– 239.
5. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області за 2010 рік. – ДУОНПС ВЧО, Чернігів. – 2011. – 63 с.
6. Шевель В.І. Водопостачання м. Чернігів, сучасний стан та проблеми // Новітні досягнення геодезії, геоінформатики та землевпорядкування–Європейський досвід. – Чернігів: ПВК Десна, – 2012. вип. 8. – С.130–131.
7. Котельчук А.Л., Котельчук Л.С. Якість питної води джерел водопостачання Чернігівської області . // Новітні досягнення геодезії, геоінформатики та землевпорядкування – Європейський досвід. – Випуск 5. – Чернігів: Видавництво ПАТ «ПВК Десна», 2009. – С.94–97.
8. Кравченко В.А, Кравченко А.В. Стратегический подход к развитию водоочистных станций на Украине в современных условиях. //Водопостачання та водовідведення.– 2012. – №4.– 2 с.
9. Яд из крана //Всеукраинская газета «Я». – 2012. – №2. – 5 с.
10. Вербат Е.Г. Оптимизация работы ВКХ. //Водопостачання та водовідведення.– 2010. – №3. – С.2–7.
11. Фишер В.И. Образование и контроль содержания тригалометанов в питьевой воде г. Симферополь. //Водопостачання та водовідведення. – 2010. – №2.– С.32–35.
12. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області за 2011 рік. - ДУОНПС ВЧО, Чернігів – 2012. – 47 с.

Стаття надійшла до редакції 23.01.2013

Потенциальные опасности в водоснабжении и водоотведении

Шатохина Ю.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Рассматриваются опасности в системе водоснабжения и водоотведения, виды риска и категории последствий отказов. Опасности отказов характеризуются посредством шести категорий последствий. Исследование проведено с использованием метода «дерева событий». Установлено возникновения индивидуального, экономического, социального и экологического видов риска в зависимости от объекта риска и рискованного события.

Ключевые слова: опасности, виды рисков, дерево событий, водоотведение, водоснабжение.

Potential hazards in the water supply and wastewater

Ju. Shatokhina

Kyiv National University of Technologies and Design

We consider the risk to the water supply and sanitation, types of risk and the consequences of failure category. Dangers of failure characterized by the six categories of impact. Provedenos study using the «tree of events ». Found occurrence of the individual, economic, social and environmental risk types depending on the subject risk and high-risk events.

Keywords: risk, risk types, event tree, waste water, water supply.