

УДК 614.8.01

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РИСКОВ ПРИ БЕСТРАНШЕЙНОЙ ПРОКЛАДКЕ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

**В.И. Олексин, аспирант, ХНАДУ**

*Аннотация.* Предложена методика оценки рисков на рабочем месте оператора при бестраншейной прокладке подземных коммуникаций.

*Ключевые слова:* бестраншейные технологии, коммуникации, оператор, риск, оценка рисков, возможный ущерб, опасность.

## МЕТОДИКА ОЦІНКИ РИЗИКІВ ПРИ БЕЗТРАНШЕЙНОМУ ПРОКЛАДАННІ ПІДЗЕМНИХ КОМУНІКАЦІЙ

**В.І. Олексин, аспірант, ХНАДУ**

*Анотація.* Запропоновано методику оцінки ризиків на робочому місці оператора при бестраншейній прокладці підземних комунікацій.

*Ключові слова:* бестраншейні технології, комунікації, оператор, ризик, оцінка ризику, можливий збиток, небезпека.

## METHODS OF RISK ASSESSMENT DURING UNDERGROUND UTILITY LINES TRENCHLESS LAYING

**V. Oleksyn, Post-graduate, KhNAHU**

*Abstract.* Methods to assess risks on the operators workplace during trenchless laying underground utilities have been proposed.

*Key words:* trenchless technology, utility lines, operator, risk, risk assessment, potential damage, danger.

### Введение

В настоящее время рост объемов работ по строительству и реконструкции подземных коммуникаций, особенно в городских условиях, требует совершенствования технологий и соответствующих им средств механизации. Производство работ по прокладке и реконструкции сетей особенно затруднено на городских улицах с плотной застройкой, в местах с большим скоплением подземных коммуникаций, а также при пересечении ими дорог, тротуаров, трамвайных путей и других инженерных сооружений.

Учитывая стремительное увеличение объемов работ, приходящихся на одну машину, возникла необходимость оценки возможной

опасности и уровня риска на рабочем месте при использовании бестраншейных технологий прокладки подземных коммуникаций.

### Анализ публикаций

Проведенный анализ показал, что основной диаметр скважин для футляров распределительных сетей находится в пределах 500 мм [1]. Длина футляров соответствует ширине проезжей части дорог, размеры которых определены в нормативных документах [2, 3], и составляет до 23 м.

Среди существующих методов прокладки подземных коммуникаций были определены те, которые наиболее часто применяются для

сооружения подземных коммунальных распределительных сетей [4]. К ним относятся:

- статический прокол грунта конусным наконечником;
- продавливание защитного футляра с дальнейшей разработкой и удалением грунта из его полости;
- раскатка скважины специальными вальцами до проектного диаметра;
- микротоннелирование для коммуникаций большого диаметра;
- (ГНБ) горизонтально-направленное бурение для преодоления препятствий по сложной траектории.

### Цель и постановка задачи

Целью работы является определение и оценка рисков на рабочем месте оператора при бестраншейной прокладке подземных коммуникаций.

### Результаты исследований

Для реализации каждого из упомянутых методов необходимо отрыть два котлована (стартовый и приемный). Стартовый котлован необходим для размещения в нем исполнительного оборудования (машины или установки), а приемный – для выхода рабочего органа из массива грунта и замены его на другое устройство в зависимости от вида и очередности операций по разработке горизонтальной скважины. Длину и ширину котлована выбирают в зависимости от габаритных размеров установки плюс необходимое технологическое пространство для ее обслуживания, а глубину – из условий заложения коммуникации с учетом конструктивного размера от оси рабочего органа до дна котлована.

Отрывка котлованов осуществляется экскаватором. При этом необходимо соблюдать требования ДБН А.3.2-2-2009. «Охорона праці і промислова безпека в будівництві» [5]. При глубине котлована более 1 м – в песчаных грунтах и 1,5 м – в глинистых грунтах для безопасной работы стенки приямков необходимо укреплять.

Для монтажа оборудования, подачи труб и удаления грунта, извлекаемого из разрабатываемой скважины, применяется грузоподъемная техника, автокраны, трубоукладчики. Все грузоподъемные работы требуют повы-

шенного внимания как от лиц, работающих в котловане, так и оператора грузоподъемной техники.

Исполнительные механизмы машин для прокладки коммуникаций приводятся в действие от гидро- или электропривода и несут в себе угрозу травмирования человека как от движущихся элементов, так и от высокого давления рабочей жидкости в гидросистеме (15 – 20 МПа) или возможности поражения электрическим током.

Особое внимание, с точки зрения безопасности труда, следует обратить на пересекаемые или близлежащие газопроводы и силовые кабели – их повреждение может привести к взрыву или поражению электрическим током. Также следует помнить о возможной потенциальной опасности от предметов, оставшихся в грунте со времен войны. Поэтому работы без предварительного поиска и оценки состояния трассы проводить не рекомендуется.

Для определения рисков на рабочем месте оператора взят за основу ГОСТ Р 12.0.010-2009 «Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда, определение опасностей и оценка рисков» [6].

Риск  $R$  в общем случае рассчитывают суммированием произведений возможных дискретных значений ущерба здоровью и жизни работника  $U_i$  на вероятности их наступления  $P_i$

$$R = \sum_{i=1}^N P_i U_i, \quad (1)$$

где  $N$  – количество дискретных значений возможных ущербов (одного типа, одной размерности) или объединяющих их групп.

Вычисляемое по формуле (1) значение является математическим ожиданием дискретной случайной величины – ущерба здоровью и жизни работника. Если ущерб  $U$  является непрерывной случайной величиной, имеющей плотность распределения вероятностей  $f(U)$ , то риск рассчитывают по формуле

$$R = \int U f(U) dU. \quad (2)$$

Интеграл берут по всему интервалу изменения ущерба  $U$ .

Характеристики случайных чисел, в том числе и значения вероятности и ущерба, как правило, определяют по репрезентативной ограниченной по объему и времени выборке. В этом случае формула (1) приобретает следующий вид

$$R^* = \sum_{i=1}^N P^* U_i, \quad (3)$$

где  $R^*$  – статическая оценка риска;  $R_i^*$  – частота наступления  $U_i$  ущерба здоровью и жизни работника.

В случае отсутствия или недостаточности статистических данных о рисках в организации и, в частности, на рабочем месте при решении задач управления рисками следует:

- выявить (идентифицировать) опасности, определить их возможные проявления и последствия, выбрать показатель ущерба;
- определить вероятность (частоту) наступления ущерба;
- оценить (рассчитать) риски.

Каждой из выявленных опасностей (проявлению опасности) ставят в соответствие связанный с ее проявлением ущерб. В общем случае при оценке риска на рабочем месте может быть использована  $N$ -уровневая шкала ущерба, каждому уровню которой путем экспертной оценки ставят в соответствие определенный весовой коэффициент (табл. 1).

Аналогично определяют вероятность (частоту) исхода, не связанную с наступлением ущерба.

Например, качественным значениям вероятности, нормируемой по трем ступеням (низкая, средняя и высокая), путем экспертной оценки присвоены весовые коэффициенты 1, 3, 7 соответственно. Трехуровневая шкала вероятностей (частот) и их вербальное описание представлены в таблице 2.

Оценку рисков на рабочем месте производят с использованием формул (1) – (2) в такой последовательности:

1. Идентифицируют опасности при необходимости их проявления.
2. Каждой идентифицированной опасности ставят в соответствие возможный ущерб и соответствующий ему весовой коэффициент (табл. 1).

Таблица 1 Пример трехуровневой шкалы тяжести ущерба

Тяжесть ущерба	Весовой коэффициент	Вербальное описание ущерба
Малый	5	Пострадавшему работнику не требуется оказания медицинской помощи; в худшем случае – 3-дневное отсутствие на работе
Средний	10	Пострадавшего работника доставляют в организацию здравоохранения или требуется ее посещение, отсутствие на работе – до 30 дней; развитие хронического заболевания
Большой	15	Несчастный случай вызывает серьезное (неизлечимое) повреждение здоровья; требуется лечение в стационаре; отсутствие на работе – более 30 дней; стойкая утрата трудоспособности или смерть

Таблица 2 Пример трехуровневой шкалы вероятностей (частот)

Вероятность	Весовой коэффициент	Вербальное описание вероятностей (частот) проявления опасностей и наступления ущерба
Низкая	1	Опасность или ее проявления, которые могут вызвать определенный ущерб, не должны возникнуть за все время профессиональной деятельности работника
Средняя	3	Опасность или ее проявления, которые могут вызвать определенный ущерб, возникают лишь в определенные периоды профессиональной деятельности работника
Высокая	7	Опасность или ее проявления, которые могут вызвать определенный ущерб, возникают постоянно в течение всей профессиональной деятельности работника

3. Определяют качественные значения вероятностей наступления ущербов и исхода, не связанного с наступлением ущерба, и соответствующие им весовые коэффициенты путем логического анализа с использованием вербального описания вероятностей (частот) (табл. 2).

4. Путем перемножения численных значений вероятностей (частот) наступления ущербов на соответствующие весовые коэффициенты ущербов определяют риски по каждой из идентифицированных опасностей.

5. По шкале оценки значимости рисков таблицы 3 оценивают значимость рисков по каждой из идентифицированных опасностей.

6. Путем сложения рисков для каждой идентифицированной опасности на рабочем месте определяют общий риск.

7. По шкале оценки значимости рисков оценивают значимость риска на рабочем месте (табл. 3).

Таким образом, используя данную методику, можно оценить значимость риска на рабочем месте при бестраншейной прокладке подземных коммуникаций. Например, рассмотрим метод статического прокола грунта. Учитывая выявленные (ранее упомянутые) опасности, которым подвергается оператор, оценим значимость риска на рабочем месте при использовании данного метода (таблица 4).

Также была проведена оценка рисков на рабочем месте и для других методов бестраншейной прокладки подземных коммуникаций. В целом, в зависимости от условий выполнения работ и применяемых методов, суммарный риск на рабочем месте находится в интервале от 5,1 до 9,2, что соответствует умеренной значимости риска.

Таблица 3 Пример трехуровневой шкалы оценки значимости рисков

Интервал значений риска	$0 < R \leq 5$	$5 < R \leq 10$	$10 < R \leq 15$
Значимость риска	Низкий	Умеренный	Высокий

Таблица 4 Оценка рисков на рабочем месте оператора при статическом проколе грунта

Идентифицированные опасности объекта	Возможный ущерб	Весовой коэффициент ущерба	Качественное значение вероятности наступления ущерба	Весовой коэффициент вероятности наступления ущерба	Численное значение вероятности (частоты) наступления ущерба	Риски по идентифицированным опасностям	Оценка значимости риска по отдельной опасности	Суммарный риск на рабочем месте	Общий вывод
Высокое давление	Малый	5	Низкая	1	1/11=0,09	0,45	Низкий	8,55	Значимость риска – Умеренный
Электрический ток	Средний	10	Низкая	1	11/1=0,09	0,9	Низкий		
Взрывчатые вещества	Большой	15	Низкая	1	11/1=0,09	1,35	Низкий		
Движущиеся механизмы	Средний	10	Средняя	3	3/11=0,27	2,7	Низкий		
Грузоподъемные работы	Средний	10	Средняя	3	3/11=0,27	2,7	Низкий		
Работа в котловане	Малый	5	Низкая	1	1/11=0,09	0,45	Низкий		
Исход, не связанный с наступлением ущерба	0	0	Низкая	1	1/11=0,09	0			

### Выводы

Предложена новая методика, позволяющая определить и оценить риски на рабочем месте оператора при бестраншейной прокладке подземных коммуникаций. Данная методика может быть использована как для практических целей (для определения значимости риска непосредственно на строительной площадке), так и в дипломных проектах студентов по данной тематике в разделе «Охрана праці та безпека у надзвичайних ситуаціях».

### Литература

1. Інженерне устаткування будівель і споруд. Зовнішні мережі і споруди. Газопостачання: ДБН В.2.5-20-2001. – Чинний від 2001-08-01. – К.: Держбуд України, 2001.
2. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений: СНиП 2.07.01-89\*. – Введен в действие с 1990-01-01. – М.: Госкомархитектуры, 1989.
3. Споруди транспорту. Автомобільні дороги: ДБН В.2.3-4:2007. – Чинний від 2008-03-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007.
4. Машины для бестраншейной прокладки подземных коммуникаций / С.В. Кравец, Н.Д. Каслин, В.К. Руднев, В.Н. Супонев. – Харьков: ООО «Фавор», 2008. – 256 с.
5. Охорона праці і промислова безпека в будівництві: ДБН А.3.2-2-2009. – Чинний від 2012-04-01. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011.
6. Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда, определение опасностей и оценка рисков: ГОСТ Р 12.0.010-2009. – Введен в действие с 2011-01-01. – М.: Национальный стандарт Российской Федерации, 2009.

Рецензент: А.В. Бажинов, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 12 июля 2012 г.