

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 331.45

Обеспечение безопасности производства земляных работ в стесненных условиях на основе анализа опасностей

Е.В. Стасева, А.А. Асабина, Д.В. Тутынина, Т.Ю. Колпащикова

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Производство земляных работ представляет собой один из наиболее распространенных видов строительной деятельности и сопряжено с рисками травматизма. Обеспечение безопасности при выполнении таких работ в стесненных условиях городской среды остается актуальной проблемой современности. Объектом исследования выступает производство земляных работ в строительстве. В ходе анализа изучены технологии и условия проведения земляных работ в стесненных условиях. Авторами разработан перечень опасных факторов с соответствующими инженерными решениями (расчетами безопасности), ориентированными на защиту персонала и предотвращение травмоопасных ситуаций на практике.

Ключевые слова: земляные работы, стесненные условия, анализ риска, опасности

Для цитирования. Стасева Е.В., Асабина А.А., Тутынина Д.В., Колпащикова Т.Ю. Обеспечение безопасности производства земляных работ в стесненных условиях на основе анализа опасностей. *Молодой исследователь Дона*. 2026;11(2):5–10.

Ensuring Safety of Earthworks in Confined Spaces Based on Hazard Analysis

Elena V. Staseva, Anna A. Asabina, Darya V. Tutynina, Tatyana Yu. Kolpashchikova

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

Earthworks are one of the most common types of construction works and are associated with the risk of occupational injury. Ensuring safety of such works in confined urban environment remains a pressing problem today. The article focuses on studying earthworks in construction. In the frame of the analysis, the technologies and conditions for performing earthworks in confined spaces have been investigated. The authors have developed a list of hazardous factors and corresponding engineering solutions (safety calculations) aimed at protecting personnel and preventing injury-causing situations in practice.

Keywords: earthworks, confined spaces, hazard analysis, hazards

For Citation. Staseva EV, Asabina AA, Tutynina DV, Kolpashchikova TYu. Ensuring Safety of Earthworks in Confined Spaces Based on Hazard Analysis. *Young Researcher of Don*. 2026;11(2):5–10.

Введение. Во всем мире строительная отрасль приравнивается к одной из наиболее травмоопасных сфер экономики, поскольку, несмотря на совершенствование технического оснащения производства и условий труда, уровень несчастных случаев (НС) в ней остается высоким [1–3]. Распределение несчастных случаев по ключевым отраслям промышленности за 2023 год свидетельствует, что на строительство приходится 15,8 % всех зарегистрированных случаев (рис. 1). Эта сфера занимает второе место по их общему числу.



Рис. 1. Распределение несчастных случаев с тяжелыми последствиями по видам экономической деятельности в 2023 году (по данным Роструда)¹

Статистические данные о количестве несчастных случаев со смертельным исходом за 2019–2023 гг. показывает отрицательную динамику (рис. 2). Число погибших в 2023 году составило 190 человек, тогда как в 2019 году этот показатель был ниже — 166.

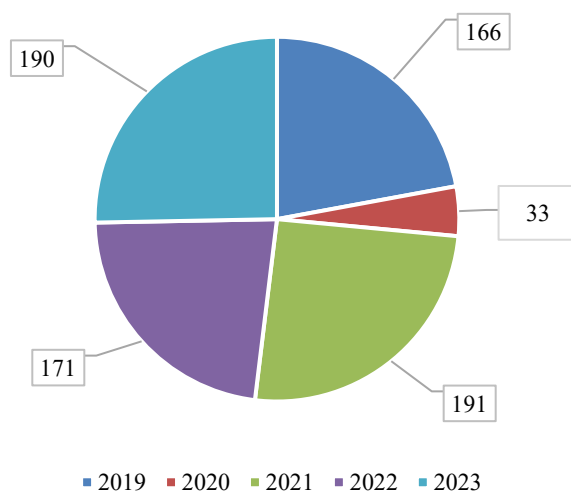


Рис. 2. Статистические данные о количестве несчастных случаев со смертельным исходом за 2019–2023 гг.¹

На диаграмме отражены главные травмирующие факторы в строительстве (рис. 3). Максимальное количество инцидентов приходится на следующие причины: падение с высоты — 28 %, движущиеся машины и механизмы — 14,6 %, дорожно-транспортные происшествия (ДТП) — 14,6 %, обрушения земли и грузов на человека — 13 %.

Выполнение земляных работ представляет собой один из наиболее распространенных видов строительной деятельности. Такие операции в стесненных условиях подразумевают деятельность на площадке с ограниченным пространством и возможностями для размещения материалов, крупногабаритной техники и инструментов. Эти ограничения определяют малые габариты котлована (траншеи) и узкий фронт работ [4].

¹ Состояние условий труда работников организаций Российской Федерации по отдельным видам экономической деятельности. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13264>



Рис. 3. Основные травмирующие факторы в строительстве²

Подобные операции требуют особого подхода и тщательного планирования для гарантии безопасности и эффективности процесса. Они включают разнообразные задачи, такие как рытье, выемка грунта, формирование котлованов, элементов фундамента, прокладка коммуникаций и иные необходимые мероприятия на ограниченной территории.

Основная часть. Обеспечение безопасности при земляных работах выступает важным аспектом, предполагающим строгий контроль на всех уровнях управления. Такие операции охватывают множество процессов, способных спровоцировать происшествия при ненадлежащей организации [5].

Перед стартом земляных работ следует завершить ряд ключевых подготовительных мер [4]:

- разобрать покрытия площадок, дорог, выявить (обнаружить) действующие и недействующие подземные коммуникации;
- выполнить водопонижение (отвод поверхностных вод);
- организовать и обустроить строительную площадку (участок работ).

В состав основных работ по устройству котлована (траншеи) с откосами входят следующие операции:

- разработка грунта котлована (траншеи);
- зачистка дна (при необходимости);
- обратная засыпка грунта;
- уплотнение грунта.

Ключевым этапом в гарантировании безопасности служит выявление всех потенциальных опасностей. На основе анализа технологии и условий земляных работ в стесненных условиях авторами составлен перечень рисков, возникающих при различных видах таких операций, а также соответствующие инженерные решения (расчеты безопасности), изложенные в таблице 1.

Таблица 1

Опасные факторы при производстве различных видов земляных работ в стесненных условиях

Вид работ	Опасные факторы	Инженерные решения (расчеты безопасности)
Проведение погрузочно-разгрузочных работ при зачистке дна котлована с использованием экскаватора	Обрушение грунта	– Расчет откоса на устойчивость и подбор крепления вертикальных стенок выемок. – Расчёт безопасного расстояния от бровки откоса котлована до оси движения транспортных средств.
Проведение работ, связанных с разработкой котлована с использованием экскаватора	Потеря равновесия транспортного средства	Расчет поперечной и продольной устойчивости транспортного средства

² Состояние условий труда работников организаций Российской Федерации по отдельным видам экономической деятельности. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13264>

Шумовое воздействие от работы двигателя экскаватора	Воздействие шума	Определение уровня шума на строительной площадке
Проведение земляных работ, связанных с рытьем траншей и котлованов	Повышенный уровень запыленности и загазованности воздушной среды	Расчет выбросов загрязняющих веществ при пересыпке пылящих материалов (грунт).

Неотъемлемой частью системы управления рисками выступает мониторинг хода работ и последующий анализ [6]. Такой подход позволяет выявить потенциальные опасности, оценить риски, возникающие в ходе выполнения задач, а также разработать действенные меры по охране персонала и предотвращению травмоопасных ситуаций [7]. Значительную роль в повышении безопасности земляных работ играют инженерные решения (расчеты по безопасности), равно как и надзор за соблюдением норм охраны труда, регулярный контроль состояния грунта и конструкций.

Описание проблемы. Во время земляных работ на сотрудников воздействуют разнообразные опасные и вредные производственные факторы: обрушение грунта, падение предметов (или работников) с высоты; работа движущихся машин и механизмов; повышенная загазованность и запыленность воздуха в рабочей зоне; пониженная или повышенная температура, влажность и скорость воздушных потоков; повышенный уровень шума и вибрации; недостаточная освещенность зоны; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях инструментов и оборудования [5, 8].

По итогам анализа угроз установлено, что земляные работы в стесненных условиях порождают повышенный риск. Травматизм здесь связан с деятельностью в зоне особой опасности, где:

- возможно обрушение грунта;
- транспортное средство может опрокинуться из-за неустойчивого положения;
- наблюдается повышенный уровень шума;
- присутствует повышенная запыленность и загазованность.

Для гарантии безопасности земляных работ в стесненных условиях требуется провести дополнительные инженерные расчеты, включая [9]:

- расчет откоса на устойчивость;
- расчет безопасного расстояния от бровки откоса котлована до оси движения транспортных средств;
- расчет поперечной и продольной устойчивости транспортного средства;
- определение уровня шума;
- расчет выбросов загрязняющих веществ при пересыпке пылящих материалов (грунт).

Устойчивость грунта и избежание обрушения достигаются двумя методами: формированием откосов или установкой креплений. При земляных работах почва рыхлится, ее структура разрушается, теряется связность между частицами, что порождает угрозу обвала во время разработки, если не реализовать адекватные меры. Риск обрушения грунта нарастает пропорционально глубине выемки.

Расчет откоса на устойчивость. Обрушение или проседание грунта — распространенное явление, возникающее при несоблюдении правил безопасности. На основе такого расчета определяется безопасное расстояние от бровки откоса котлована до оси движения транспортных средств. Чтобы гарантировать устойчивость и предотвратить разрушения, следует применять крепление вертикальных стенок. В зависимости от цели котлована (траншеи), его глубины, характеристик грунта и локальных условий крепление выполняют шпунтовым, анкерным, распорным или подкосным методами.

Расчет безопасного расстояния от бровки откоса котлована до оси движения транспортных средств. Для минимизации риска обрушения откосов и защиты персонала необходимо выдерживать минимальное расстояние от края котлована (бровки откоса) до оси движения строительной техники.

Расчет поперечной и продольной устойчивости транспортного средства. При оценке поперечной и продольной устойчивости транспортного средства для соблюдения условий поперечной стабильности экскаватор дополнительно оснащают противовесами, избегая таким образом аварий. Противовес для экскаватора представляет собой дополнительный груз, монтируемый на жестко закрепленной к поворотной платформе консоли. Если машина не поворотная, груз фиксируют непосредственно на раме. Функция противовеса — компенсировать усилие от поднимаемого груза и повысить стабильность в процессе эксплуатации. Для достижения требуемого веса консоль заполняют балластом.

Определение уровня шума. Постоянный шум усиливает психическую возбудимость, вызывая расстройства нервной системы, хроническую бессонницу, проблемы со слухом, сердечные заболевания и неврозы. С целью снижения шума рекомендуют применять средства индивидуальной защиты — беруши. Для ограничения распространения шума целесообразно возводить временные шумозащитные барьеры высотой 3–4 метра [10].

Расчет выбросов загрязняющих веществ при пересыпке пылящих материалов (грунт). Необходимо контролировать состояние воздуха и снабжать работников средствами индивидуальной защиты, чтобы предотвратить раздражение слизистых и аллергические реакции. Кроме того, пылящие материалы увлажняют перед пересыпкой.

Заключение. Обеспечение безопасности при земляных работах — это многогранный процесс, предполагающий системный подход и непрерывное совершенствование. Внедрение современных методов анализа и управления рисками не только снижает вероятность инцидентов, но и повышает результативность задач.

На основе изучения статистических данных, технологического процесса и инженерных расчетов в данной работе предложены меры по уменьшению воздействия опасностей во время земляных работ в стесненных условиях и по укреплению безопасности.

Список литературы

1. Филатова С.В., Стасева Е.В. Проблемы травматизма и охраны труда в строительстве. В: *Труды третьей международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и экологии»*, Тверь, 30 марта – 02 апреля 2017 года. Тверь: Тверской государственный технический университет; 2017. С. 91–94.
2. Сазонова А.М., Гурт Д.П., Квиткина М.В., Стасева Е.В. Исследование и анализ травматизма в сфере дорожного строительства. *Наука и техника транспорта*. 2021;(3):111–116. https://doi.org/10.53883/20749325_2021_03_111
3. Насибян Д.А., Нихаева А.В., Стасева Е.В. Актуальные вопросы травмобезопасности в строительстве. В: *Труды Юбилейной Международной научно-практической конференции «Техносферная безопасность, надежность, качество, энерго- и ресурсосбережение»*, Ростов-на-Дону – Новомихайловский, 10–14 сентября 2018 года. Том Выпуск XX, Том 1. Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет; 2018. С. 269–275.
4. *Типовая технологическая карта. Земляные работы в стесненных условиях. Устройство малых котлованов и траншей*. URL: <https://pubdoc.ru/doc/261071/zemlyanye-raboty-v-stesnennyh-usloviyah> (дата обращения: 18.02.2026).
5. *Об утверждении правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте*. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ № 883н от 11 декабря 2020 года. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=501440> (дата обращения: 18.02.2026).
6. Кужелева М.В., Пушенко С.Л., Стасева Е.В. *Совершенствование системы управления охраной труда на основе теории риск-менеджмента*. Монография. Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет; 2023. 117 с.
7. Стасева Е.В., Турянская Е.И., Стасев Е.В. Актуальные вопросы повышения качества дорожного строительства в целях обеспечения безопасности. В: *Труды национальной научно-практической конференции «Актуальные проблемы науки и техники»*, Ростов-на-Дону, 25–27 марта 2020 года. Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет; 2020. С. 319–320.
8. ГОСТ 12.0.003–2015. *Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация*. Консультант Плюс. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения: 18.02.2026).
9. Пушенко С.Л., Демченко С.Г., Нихаева А.В., Пушенко А.С., Руденко В.В., Стасева Е.В. *Безопасность жизнедеятельности. Организационно-правовые основы охраны труда*. Учебное пособие. Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет; 2020. 95 с.
10. Стасева Е.В. *Устройства по защите от шума на предприятии строительного комплекса*. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № RU 2022623677, № 2022623606. 2022.

Об авторах:

Елена Владимировна Стасева, кандидат технических наук, доцент кафедры «Производственная безопасность» Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), elena_staseva@mail.ru

Анна Александровна Асабина, студент кафедры «Производственная безопасность» Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), annaasa02@mail.ru

Дарья Владимировна Тутынина, студент кафедры «Производственная безопасность» Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), dashabes.2003@icloud.com

Татьяна Юрьевна Колпашикова, студент кафедры «Производственная безопасность» Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), kolpaschikova03@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Elena V. Staseva, Cand. Sci (Engineering), Associate Professor of the Industrial Safety Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), elena_staseva@mail.ru

Anna A. Asabina, Student of the Industrial Safety Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), annaasa02@mail.ru

Darya V. Tutynina, Student of the Industrial Safety Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), dashabes.2003@icloud.com

Tatyana Yu. Kolpashchikova, Student of the Industrial Safety Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), kolpaschikova03@mail.ru

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.