

Систематизация причин возникновения аварийных ситуаций при строительстве подземных сооружений

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-7-72-74>

ЦЮПА Д.А.

Горный инженер, соискатель кафедры
«Строительство подземных сооружений
и горных предприятий»
Горного института НИТУ МИСИС
119991, г. Москва, Россия,
e-mail: sps@misis.ru

Обоснована актуальность проведения исследований в области систематизации причин возникновения аварийных ситуаций при строительстве подземной инфраструктуры Московского метрополитена – актуальность и приоритетность этого направления подчеркивается стремительно развивающимися требованиями промышленной безопасности, предъявляемыми к устойчивому и эффективному освоению новых участков подземного строительства с учетом сложившейся и функционирующей инфраструктуры. Приведена классификация нештатных ситуаций при строительстве метрополитена с отображением результатов, причин и способов устранения.

Ключевые слова: аварийные ситуации, систематизация причин, классификация нештатных ситуаций, тоннельные сооружения, технологии подземного строительства.

Для цитирования: Цюпа Д.А. Систематизация причин возникновения аварийных ситуаций при строительстве подземных сооружений // Уголь. 2023. № 7. С. 72-74. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-7-72-74.

ВВЕДЕНИЕ

Общепринятой точкой зрения является утверждение о том, что, руководствуясь основными положениями Градостроительного кодекса РФ, все подземные сооружения в соответствии с функциональным назначением относятся к серии особо опасных, так как обладают довольно сложной технической и технологической иерархическими структурами с определенными энтропийными и эмерджентными свойствами. Процесс их функционирования в силу объективных и субъективных причин различного рода всегда связан с проявлением нештатных ситуаций, ассоциированных с авариями, на устранение негативных последствий которых требуются довольно значительные финансовые, материальные и людские ресурсы и временные лаги [1, 2, 3].

Под аварийной (нештатной) ситуацией следует понимать какое-либо событие, обусловленное проявлениями природных, техногенных либо человеческих факторов, а иногда и их совместным неблагоприятным влиянием, нарушающих технические и временные регламенты строительства подземных сооружений. Анализ опыта строительства различных объектов Московского метрополитена показывает, что аварийные ситуации проявляются в силу воздействия определенных силовых нагрузок на вмещающий массив и интенсивных

водопроявлений, нарушений правил техники безопасности и технических регламентов при сооружении подземных объектов и пр. [4, 5].

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

До 2012 г. в связи с реформенным периодом строительство объектов метрополитена в г. Москве характеризовалось довольно медленными темпами, а с 2012 г. получило толчок к интенсивному и устойчивому развитию.

Следует констатировать, что в течение последних пяти лет сформировалась достаточно устойчивая тенденция повышения уровня аварийности при строительстве объектов Московского метрополитена. Последствия аварийных ситуаций в этой сфере всегда приводили к разрушительным проявлениям инженерной, автотранспортной и промышленной инфраструктуры города. Имеет смысл остановиться на обобщающих тенденциях проявлений аварийных ситуаций в строительной сфере (см. таблицу).

Превалирующей причиной аварий является низкая технологическая подготовка процедуры строительства, которая приводит к нарушению технологических регламентов производства работ. Данная тенденция подтверждается результатами исследований [1, 2], где в качестве превалирующей причины заявляются «критические дефекты» при реализации строительно-монтажных работ и дефектовка строительных конструкций.

Если обобщающе систематизировать проявления аварийных ситуаций при строительстве и эксплуатации подземных сооружений, то их можно свести к следующим составляющим:

- аварийные ситуации в области трудно- или непрогнозируемого разрушения и сдвига отдельных составляющих вмещающего массива (обрушения, оползни, деформации и смещения);

- аварийные ситуации в области трудно- или непрогнозируемого проявления прорывов водонасыщенных грунтов (плывуны, пульпа и пр.);

- аварийные ситуации в области загазованности вредоносными газами рудничной атмосферы и рабочего пространства горных выработок;

- аварийные ситуации в области возгорания и возникновения пожаров в рабочем пространстве подземных сооружений;

- аварийные ситуации в области нового строительства, сопряженного с эксплуатацией действующих тоннелей.

Систематизация последствий проявления аварийных ситуаций при строительстве и эксплуатации подземных сооружений сведется в этом случае к следующим составляющим:

- разрушающие деформации и коррозионные проявления несущих элементов систем крепления тоннельных сооружений;

- вынос водонасыщенной породы в рабочее пространство тоннельных сооружений (заиливание) с очагами разрушений системы крепления;

- разрушающее воздействие интенсивных водопроявлений (подтопление и затопление рабочего пространства подземных строительных сооружений);

- разрушения логистической системы доставки материалов и оборудования, а также транспортировки горной массы;

- разрушения систем энерго- и электроснабжения подземных потребителей;

- разрушения, приводящие к несоответствию зазоров и габаритов подвижного состава;

- проникновение в рабочее пространство тоннельных сооружений нефтесодержащих, химических или бактериологических веществ.

Классификация нештатных ситуаций при строительстве метрополитенов

Classification of emergency situations in construction of underground railway

Нештатные ситуации	Результат нештатной ситуации	Возможные причины	Способы устранения нештатных ситуаций
– деформации и обрушение стен, а также затопление котлованов	– деформации и просадки инженерных коммуникаций, близлежащих зданий и сооружений	– нарушение проектного решения, регламентов и проектов организации строительства; – ошибки при проектировании и строительстве конструкций	– повышение технологической дисциплины производства строительно-монтажных работ; – проверки и исключение ошибок в проектах
– отклонение в плане и профиле трассы; сверхнормативные отклонения в геометрии, трещины, в том числе силовые, в обделке	– нарушение габаритов тоннеля; – снижение несущей способности и водонепроницаемости обделки	– прорыв водогрунтовой массы в тоннель и притоннельные сооружения; – нарушение регламента производства работ при сооружении обделки и ведении проходки, в том числе при назначении давления грунтопригруза	– перепроектирование плана и профиля; – усиление конструкции обделки; – разработка и наличие мероприятий плана действий по устранению нештатных ситуаций
– прорыв водогрунтовой массы в котлован, тоннель и притоннельные сооружения	– затопление котлована, тоннелей и притоннельных сооружений; – деформация конструкций котлована и обделки; – деформация поверхности и просадка грунта, инженерных коммуникаций, близлежащих зданий и сооружений	– отсутствие сплошности при устройстве свай в ограждении котлована; – нарушение регламента, износ оборудования при щитовой проходке; – ошибки в проекте; – нарушение технологии производства работ при проходке тоннеля и устройстве притоннельных сооружений	– контроль вертикального положения при погружении свай; – своевременное устранение водопроявлений при закреплении грунтов и устройстве притоннельных сооружений; – соблюдение технологической дисциплины, регламентов проходки и проектов производства работ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными причинами проявления аварийных ситуаций при строительстве и эксплуатации подземных сооружений в настоящий период использования подземных строительных технологий являются следующие составляющие:

– определенная степень недостоверности и неопределенности исходной горно-геологической (особенно гидрогеологической составляющей) информации при проектировании и строительстве подземных сооружений (это касается и периода эксплуатации);

– определенная степень энтропии при определении несущей способности систем крепления и строительных конструкций в целом;

– определенная степень энтропии при выборе технологических и технических средств ведения подземных горных работ;

– определенная степень труднопрогнозируемого поведения вмещающего массива в зонах дизъюнктивных и пликативных геологических нарушений (взбросы, сбросы, сдвиги, надвиги, карсты, линзы, плоскости скольжения и пр.);

– определенная степень тектонического и динамического воздействия.

Список литературы

1. Беседа М.А., Аксенов В.А. Анализ аварийных и чрезвычайных ситуаций при строительстве и эксплуатации тоннелей Московского метрополитена / Техносферная безопасность городских агломераций. Сборник трудов Международной школы-конференции, Москва, 14-16 декабря 2020 г. М., 2021. С. 328-336.
2. Прокопов А.Ю., Новосельцев А.В., Иванова А.С. Анализ причин аварии при механизированной проходке вентиляционного ствола Московского метрополитена / Национальная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы науки и техники. 2019», Ростов-на-Дону, 26-28 марта 2019 г., 2019. С. 266-267.
3. Конюхов Д.С. Технологическая безопасность подземного строительства в условиях плотной городской застройки // Метро и тоннели. 2019. № 1. С. 26-29.
4. Меркин В.Е. Риски нестандартных ситуаций в метростроении и способы их преодоления (московский опыт). Сборник статей: Проектирование, строительство и эксплуатация подземных сооружений транспортного назначения. М., 2021. С. 195-203.
5. Dorokhin K., Boiko O., Suharev A. Experience in Using Seismic Tomography to Solve Problems Related to the Elimination of Accidents in the Construction of Underground Structures // Engineering and Mining Geophysics 2021. Vol. 2021. P. 1-7.

Original Paper

UDC 614.8:624.19 © D.A. Tsyupa, 2023

ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 7, pp. 72-74

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-7-72-74>

Title

CLASSIFICATION OF EMERGENCY SITUATIONS IN THE CONSTRUCTION OF SUBWAYS

Authors

Tsyupa D.A.¹

¹ National Research University of Science and Technology (MISIS), Moscow, 119049, Russian Federation

Authors Information

Tsyupa D.A., Mining engineer, candidate of the Department "Construction of Underground Structures and Mining Enterprises" of the Mining Institute, e-mail: sps@misis.

Abstract

The relevance of conducting research in the field of systematization of the causes of emergency situations during the construction of the underground infrastructure of the Moscow Metro is substantiated – the relevance and priority of this direction is emphasized by the rapidly developing requirements of environmental and industrial safety imposed on the sustainable and efficient development of new underground construction sites, taking into account the existing and functioning infrastructure. The classification of emergency situations during the construction of the subway with the display of results, causes and methods of elimination is given.

Keywords

Emergency situations, Systematization of causes, Classification of emergency situations, Tunnel structures, Underground construction technologies.

References

1. Beseda M.A. & Aksenov V.A. Analysis of emergency and extraordinary situations during construction and operation of the Moscow Metro tunnels. Technosphere safety of urban agglomerations. Proceedings of the International Educational Conference in Moscow, December 14-16, 2020. Moscow, 2021, pp. 328-336. (In Russ.).

2. Prokopov A.Yu., Novoseltsev A.V. & Ivanova A.S. Analysis of the accident causes during mechanized construction of a ventilation shaft for the Moscow underground railway. The 'Actual Challenges of Science and Technology-2019' National Scientific and Practical Conference, Rostov-on-Don, March 26-28, 2019. pp. 266-267. (In Russ.).

3. Konyukhov D.S. Technological safety of underground construction in restrained urban conditions. *Metro i tonneli*, 2019, (1), pp. 26-29. (In Russ.).

4. Merkin V.E. Risks of emergency situations in underground railway construction and ways to handle them (Moscow experience). In collected works: Design, construction and operation of underground transport facilities. Moscow, 2021, pp. 195-203. (In Russ.).

5. Dorokhin K., Boiko O. & Suharev A. Experience in Using Seismic Tomography to Solve Problems Related to the Elimination of Accidents in the Construction of Underground Structures. *Engineering and Mining Geophysics 2021*, (2021), pp. 1-7.

For citation

Tsyupa D.A. Classification of emergency situations in the construction of subways. *Ugol'*, 2023, (7), pp. 72-74. (In Russ.). DOI: [10.18796/0041-5790-2023-7-72-74](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-7-72-74).

Paper info

Received May 3, 2023

Reviewed June 14, 2023

Accepted June 26, 2023