

А.З. Варганов, И.В. Петров, А.В. Федаш

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПОДЗЕМНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ОСВОЕНИЯ НЕДР ГОРОДОВ И ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ В МЕГАПОЛИСАХ И ЗОНАХ ГРАДОПРОМЫШЛЕННЫХ АГЛОМЕРАЦИЙ

Проанализированы современные проблемы градопромышленных агломераций и возможные направления их решения посредством освоения подземного пространства мегаполисов. Приведены примеры планового освоения подземного пространства и развитию подземной урбанизации в г. Москве. Освоение подземного пространства мегаполисов рассмотрено как специфический процесс, связанный с повышенными рисками природно-техногенного происхождения. По результатам анализа соответствия проектной документации на строительство и эксплуатацию подземных сооружений в городской среде требованиям нормативных документов Ростехнадзора, государственным нормам технологического проектирования, правилам, стандартам, действующим правилам безопасности и нормативно-правовым документам РФ установлены отклонения проектных решений от требований указанных документов. Выявлена необходимость регламентации исследований, мониторинга и контроля строения и свойств недр мегаполисов и зон градопромышленных агломераций в целях проектирования и строительства подземных объектов.

Ключевые слова: градопромышленная агломерация, мониторинг свойств недр, освоения подземного пространства мегаполисов, проектирование, подземные сооружения, риски природно-техногенного происхождения.

Использование человечеством недр не только для добычи полезных ископаемых, но и для ведения хозяйственной деятельности имеет многовековую историю, однако масштабное освоение подземного пространства городов приходится лишь на начало XX века, одновременно со строительством метрополитенов в ряде столиц мира.

С течением времени и по мере развития новых градостроительных запросов и их решений, перечень подземных сооружений увеличивается. Появляются и новые направления использования подземного пространства городов. И, наконец, в последние десятилетия освоение подземного пространства становится не только перспективным, но и одним из наиболее эффективных

способов решения основных проблемы мегаполисов – территориальных, транспортных, экологических [4].

Решение территориальной проблемы связано с переносом под землю сооружений дневной поверхности, естественная освещенность которых в процессе эксплуатации не является обязательной. Транспортные проблема решаются размещением в подземном пространстве значительной части дорожной сети, вокзалов, транспортно-пересадочных узлов и развязок, общественных автостоянок. Экологические проблемы решаются уменьшением антропогенного воздействия на окружающую среду и созданием рекреационных зон на высвобождаемых от транспортных и инженерных сооружений территориях дневной поверхности.

В частности, целями мероприятий по освоению подземного пространства и развитию подземной урбанизации проекта актуализированного генерального плана города Москвы на период до 2025 г., разработанного ГУП НИИПИ Генплана Москвы в 2007 г. являются:

- сохранение системы открытых пространств и развитие озелененных территорий – комплексное развитие наземного и подземного пространства, в том числе наземного – для формирования скверов, садов бульваров, парков, многофункциональных общественно-парковых зон, и подземного – для размещения крупных коммерческих объектов торгового, торгово-развлекательного и иного характера;

- сохранение индивидуальных и морфотипических характеристик исторически сложившейся планировки и застройки – размещение в подземном пространстве исторической части города и районов, влияющих на восприятие исторически сложившегося силуэта застройки, общественных, коммунально-бытовых, инженерных и транспортных сооружений, не соответствующих требованиям охраны историко-культурного наследия;

- обеспечение доступности объектов обслуживания, мест хранения автотранспорта, надежности функционирования инженерной и транспортной инфраструктуры города.

А в разделе 3.1.3. части 2 генплана Москвы в подземном пространстве города планируется разместить до 70% гаражей, 80% складских помещений, 30% объектов сферы услуг, 15% многофункциональных комплексов.

По мнению большинства специалистов, оптимальным для мегаполисов следует считать долю подземных сооружений в 20–25% от общих площадей городской застройки [8, 10, 12].

Вместе с тем, освоение подземного пространства мегаполисов – специфический процесс, связанный с повышен-

ными рисками природно-техногенного происхождения, особенности которого связаны [6]:

- с наличием вмещающей среды с неопределенностью ее свойств, строения, существующих геодинамических и гидрогеологических процессов;

- с переносом в подземное пространство антропогенного воздействия на окружающую среду, приводящего к опасному изменению существующих природных процессов, обладающих большим потенциалом высвобождения энергии.

Эти условия требуют всестороннего эффективного применения современных технологий комплексного освоения подземного пространства градопромышленных агломераций [11].

По результатам анализа соответствия проектной документации на строительство и эксплуатацию подземных сооружений в городской среде требованиям нормативных документов Ростехнадзора, государственным нормам технологического проектирования, правилам, стандартам, действующим правилам безопасности и нормативно-правовым документам РФ установлены следующие отклонения проектных решений от требований указанных документов [13]:

- в проектах не проводится оптимизация количественных и качественных параметров проектируемых объектов, проектные решения принимаются после рассмотрения только одного варианта, без рассмотрения альтернатив;

- проектные решения принимаются в соответствии с техническим заданием на разработку проекта или по опыту строительства объектов-аналогов, то есть оптимизация параметров и характеристик проектируемых объектов не проводится в проектах строительства;

- для принятия проектных решений в специфических условиях строительства подземных объектов в городской среде, для которых не регламентированы методы выбора места разме-

шения объекта, способы и средства безопасного ведения горных работ, проектные организации используют положительные заключения или рекомендации специализированных организаций. Однако, учитывая общее отсутствие достоверных результатов новых инструментальных натурных наблюдений, надежность заключений или рекомендаций специализированных организаций весьма низкая, что подтверждается уровнем аварийности в процессе строительства и эксплуатации таких объектов;

- реализация научно не обоснованных проектных решений по предельным объемам подземных объектов в сочетании с высотной застройкой над ними при сочетании негативных технологических, гидродинамических, геомеханических и организационных факторов приводит к удорожанию их эксплуатации и снижению надежности;

- в проекты строительства и эксплуатации, как правило, не включаются проектные решения по оперативному мониторингу и прогнозу предаварийных ситуаций, что существенно повышает риск возникновения аварий в виду стохастического влияния природной неравномерности структуры нарушенного горного массива и измененной гидрологии, неуправляемого нештатного поведения персонала и посетителей объектов и других причин;

- структура проектов и принятые в них проектные решения не всегда соответствуют требованиям действующих нормативных документов: иногда используются при разработке проектной документации утратившие силу правила, методические рекомендации, инструкции, алгоритмы и компьютерные программы;

- в проектную документацию не всегда включаются документы, подтверждающие соответствие технических устройств требованиям промышленной безопасности, то есть наруша-

ется соответствие проектных решений требованиям статьи 7 Закона РФ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;

- во многих проектах не проводится идентификация опасностей и не разрабатываются конкретные мероприятия по обеспечению промышленной безопасности, анализу риска, предупреждению аварий и локализации их последствий для включения этих мероприятий в план ликвидации аварий, то есть нарушаются требования «Общих правил промышленной безопасности для организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов» и «Методических указаний по проведению анализа риска опасных производственных объектов»;

- локальные проекты (водопонижения, укрепления грунтов, проветривания, поддержания наземных объектов, противопожарной защиты и др.) не всегда согласовываются с генеральным разработчиком проекта строительства подземных сооружений;

- в некоторых проектах отсутствуют следующие документы: оформленное в установленном порядке техническое Задание заказчика проектной организации на разработку проектной документации, копии лицензий лицензионных соглашений пользования недрами, акты земельного отвода, соглашения с организациями эксплуатирующие наземные объекты и смежные подземные коммуникации и др.;

- негативной практикой стало ведение горных и строительных работ по созданию подземных объектов до утверждения в установленном порядке проектной документации;

- в проектах, особенно в локальных проектах, разрабатываемых отдельными компаниями, применяются термины и определения, не соответствующие горной терминологии;

- при переходе на электронные формы изготовления чертежей последние, как правило, разрабатываются не прямыми специалистами горного дела, а специалистами информационных технологий, которые оформляют чертежи с существенными отклонениями от требований горной и строительной графической документации;

- проектные решения по промышленной и экологической безопасности не всегда адаптированы к конкретным условиям опасного производственного объекта, носят рекомендательный, общий характер, то есть формально копируются нормативные документы;

- не во всех проектах оценивается вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций при внезапном измене-

нии состояния горного массива, проведении земной поверхности, резком изменении гидротехнических условий.

Для устранения выявленных недостатков необходимы геоконтроль и геомеханическое обеспечение задач освоения подземного пространства мегаполисов на всех этапах жизненного цикла подземных сооружений, с применением в процессе проектирования геолого-геофизических моделей и ГИС технологий [1, 2, 3].

Все это предопределяет необходимость регламентации исследований, мониторинга и контроля строения и свойств недр мегаполисов и зон градопромышленных агломераций в целях проектирования и строительства подземных объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вартанов А.З., Рубан А.Д., Захаров В.Н., Ковпак И.В. Геоконтроль и геомеханическое обеспечение задач освоения подземного пространства города Москва. Сборник трудов Международной научно-практической конференции по вопросам освоения подземного пространства города Москвы. – М.: ЗАО «Мир», 2008. – С. 48–53.

2. Вартанов А.З., Рубан А.Д., Ковпак И.В. Методология формирования и применения геолого-геофизических моделей в целях геоконтроля при освоении подземного пространства мегаполисов // Горный журнал. – 2010. – № 4. – С. 22–28.

3. Вартанов А.З. Физико-технический контроль и мониторинг при освоении подземного пространства городов. – М.: Горная книга, 2013. – 548 с.: илл.

4. Демин А.М., Иофис М.А., Гришин А.В. К вопросу об освоении подземного пространства Москвы // Инженерные изыскания. – 2010. – № 6. – С. 18–20.

5. Захаров В.Н., Малинникова О.Н., Ковпак И.В., Филиппов Ю.А. Геопространственное моделирование взаимодействия высотных зданий и сооружений с массивом горных пород // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2008. – № 6. – С. 187–192.

6. Захаров В.Н., Малинникова О.Н., Вартанов А.З., Федаш А.В., Петров И.В., Ахмедгареев Р.А. Исследования, мониторинг и контроль строения и свойств недр мегаполисов и зон градопромышленных агломераций. Часть I. Общие правила производства работ: Методические рекомендации. – М.: ИПКОН 2015. – 88 с.

7. Иофис М.А., Гришин А.В. Развитие методов оценки влияния горных работ на подрабатываемые здания и сооружения // Горный информационно-аналитический бюллетень. ОВ 1. – 2012. – С. 90–96.

8. Иофис М.А. Проблемы комплексного освоения территорий и подземного пространства крупных городов и пути их решения // Маркшейдерский вестник. – 2006. – № 4. – С. 20.

9. Картозия Б.А., Корчак А.В., Левченко А.Н., Федунец Б.И., Дмитриев А.Н. О перспективах разработки нормативных документов по освоению городского подземного пространства // Метро и тоннели. – 2007. – № 4. – С. 4.

10. Рудяк М.С., Умнов В.А. Анализ особенностей городского подземного пространства как вида ресурсов недр // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2003. – № 2. – С. 5–6.

11. Теличенко В.И., Зерцалов М.Г., Коныхов Д.С., Королевский К.Ю., Король Е.А. Современные технологии комплексного освоения подземного пространства мегаполисов. – М., 2010.

12. Трубешкой К.Н., Иофис М.А. Состояние и проблемы освоения подземного пространства города Москвы // Маркшейдерский вестник. – 2007. – № 4. – С. 27–30.

13. Федаш А.В. Анализ состояния и направления совершенствования системы проектирования угледобывающих предприятий // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2011. – № 1. – С. 4–11. **ПЛАТ**

Вартанов Александр Зараирович – кандидат технических наук,
Петров Иван Васильевич – доктор экономических наук, профессор,
Федаш Анатолий Владимирович – доктор технических наук, профессор,
Институт проблем комплексного освоения недр РАН.

UDC 624.1

MAIN TRENDS IN UNDERGROUND CONSTRUCTION AND EXPLOITATION OF MINERAL RESOURCES OF CITIES AND THE PROBLEMS OF DESIGNING UNDERGROUND FACILITIES IN METROPOLITAN AREAS AND ZONES OF INDUSTRIAL AGGLOMERATIONS IN CITIES

Vartanov A.Z.¹, Candidate of Technical Sciences,
Petrov I.V.¹, Doctor of Economical Sciences, Professor,
Fedash A.V.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor,
¹ Institute of Problems of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources
of Russian Academy of Sciences, 111020, Moscow, Russia.

We analyzed the current problems of industrial agglomerations and possible solutions through its development of underground space cities. Examples of planned development of underground space and underground development of urbanization in Moscow. The use of underground space metropolises considered as a specific process associated with increased risk of natural and technogenic origin. According to the analysis of compliance of project documentation for the construction and operation of underground facilities in an urban environment with regulatory requirements of Rostekhnadzor, the state of technological design standards, regulations, standards, applicable safety regulations and regulatory documents of the RF design solutions are installed deviations from the requirements of these documents. The necessity of regulation of research, monitoring and control of the structure and properties of subsurface areas and megacities industrial agglomerations in order to design and construction of underground facilities.

Key words: industrial agglomerations, monitoring the properties of mineral resources, development of underground space of cities, design, underground structures, risks of natural and technogenic origin.

REFERENCES

1. Vartanov A.Z., Ruban A.D., Zakharov V.N., Kovpak I.V. Geokontrol' i geomekhanicheskoe obespechenie zadach osvoeniya podzemnogo prostranstva goroda Moskva. *Sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii po voprosam osvoeniya podzemnogo prostranstva goroda Moskvy* (Geocontrol and geomechanical maintenance tasks development of underground space Moscow. Proceedings of the International scientific and practical conference on the development of underground space in Moscow), Moscow, ZAO «Mir», 2008, pp. 48–53.
2. Vartanov A.Z., Ruban A.D., Kovpak I.V. *Gornyy zhurnal*. 2010, no 4, pp. 22–28.
3. Vartanov A.Z. *Fiziko-tekhnicheskyy kontrol' i monitoring pri osvoenii podzemnogo prostranstva gorodov* (Physical and technical control and monitoring during the development of underground space of cities), Moscow, Gornaya kniga, 2013, 548 p.
4. Demin A.M., Iofis M.A., Grishin A.V. *Inzhenernye izyskaniya*. 2010, no 6, pp. 18–20.
5. Zakharov V.N., Malinnikova O.N., Kovpak I.V., Filippov Yu.A. *Gornyy informatsionno-analiticheskyy byulleten'*. 2008, no 6, pp. 187–192.
6. Zakharov V.N., Malinnikova O.N., Vartanov A.Z., Fedash A.V., Petrov I.V., Akhmedgareev R.A. *Issledovaniya, monitoring i kontrol' stroeniya i svoystv nedr megapolisov i zon gradopromyshlennykh aglomeratsiy. Chast' I. Obshchie pravila proizvodstva rabot: Metodicheskie rekomendatsii* (Research, monitoring and control of the structure and properties of subsurface areas and megacities industrial agglomerations. Part I. General rules of works: Guidelines), Moscow, IPKON, 2015, 88 p.
7. Iofis M.A., Grishin A.V. *Gornyy informatsionno-analiticheskyy byulleten'*. Special issue 1. 2012, pp. 90–96.
8. Iofis M.A. *Marksheyderskiy vestnik*. 2006, no 4, pp. 20.
9. Kartoziya B.A., Korchak A.V., Levchenko A.N., Fedunets B.I., Dmitriev A.N. *Metro i tonneli*. 2007, no 4, pp. 4.
10. Rudyak M.S., Umnov V.A. *Gornyy informatsionno-analiticheskyy byulleten'*. 2003, no 2, pp. 5–6.
11. Telichenko V.I., Zertsalov M.G., Konyukhov D.S., Korolevskiy K.Yu., Korol' E.A. *Sovremennyye tekhnologii kompleksnogo osvoeniya podzemnogo prostranstva megapolisov* (Modern technology integrated development of underground space cities), Moscow, 2010.
12. Trubetskoy K.N., Iofis M.A. *Marksheyderskiy vestnik*. 2007, no 4, pp. 27–30.
13. Fedash A.V. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Gornyy zhurnal*. 2011, no 1, pp. 4–11.