

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ОГРАЖДАЮЩИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Король Елене Анатольевна

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой жилищно-коммунального комплекса, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (г. Москва); e-mail: professorkorol@mail.ru

Чипова Зарина Хусеновна

Аспирант кафедры жилищно-коммунального комплекса, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (г. Москва); e-mail: zara4_2011@mail.ru

Аннотация. Городские автотранспортные тоннели – сложные инженерные сооружения, строительство которых ведется продолжительное время, а стоимость зачастую превышает стоимость мостовых сооружений. Несмотря на это, городские тоннели остаются востребованными сооружениями в качестве одного из средств решения транспортных проблем, особенно для крупных городов, в районах с плотной городской застройкой или сложившимся архитектурным обликом, нарушение которого недопустимо. Строительство тоннелей позволяет повысить пропускную способность автомагистралей, особенно в местах крупных перекрестков, отводя высокоинтенсивные транзитные транспортные потоки под землю, делая их невидимыми на поверхности и не нарушая тем самым сложившийся исторический облик района.

Ключевые слова: подземное сооружение, автотранспортный тоннель, металлические конструкции, открытый способ сооружения, закрытый способ сооружения.

COMPARATIVE ANALYSIS AND SELECTION OF TECHNOLOGY FOR THE DEVICE OF ENCLOSING METAL STRUCTURES IN THE CONSTRUCTION OF UNDERGROUND STRUCTURES

Chipova Zarina Khusenovna

Post-graduate student of the Department of Housing and Utilities, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "National Research Moscow State University of Civil Engineering", Moscow, Russia; e-mail: zara4_2011@mail.ru

Korol Elena Anatolyevna

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Housing and Communal Services, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "National Research Moscow State University of Civil Engineering", Moscow, Russia; e-mail: professorkorol@mail.ru

Annotation. Urban motor transport complex engineering structures, the construction of which is carried out for a long time, and the cost is often tunnels of structures. Despite this, urban tunnels remain in demand as a means of solving transport problems, especially for large cities, in areas with dense urban development or an established architectural appearance, the violation of which

is unacceptable. The construction of tunnels makes it possible to increase the throughput of highways, especially in places of large intersections, one of the diverting high-intensity transit traffic flows underground, making them invisible on the surface and thus not disrupting the existing historical appearance of the area.

Key words: underground structure, motor transport tunnel, metal structures, open method of construction, closed method of construction.

Введение

Городской автотранспортный тоннель – подземное инженерное сооружение, предназначенное для пропуска всех видов городского автомобильного транспорта, и расположенное в административных границах города. Как правило, городские автотранспортные тоннели прокладываются при пересечении с автомобильными или железными дорогами, линиями городского трамвая или метрополитена для обеспечения беспрепятственного автомобильного движения в разных уровнях. Городские тоннели состоят из закрытой части, расположенной полностью под землей, и открытых рамповых подъездных участков, обеспечивающих плавное высотное сопряжение проезжей части автомобильной дороги на поверхности земли с ездовым полотном закрытой части тоннеля.

Опыт проектирования и строительства автодорожных и городских тоннелей в России свидетельствует об их большой роли в транспортной инфраструктуре страны. Особенно быстрыми темпами развивается тоннелестроение в последние десятилетия в Москве, Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде, Казани, Екатеринбурге, Перми, Новосибирске и других городах, что связано с резким увеличением транспортных потоков на автомобильных дорогах, в крупных городах и мегаполисах. Так, в Москве, где численность населения превысила 12 млн человек, а количество легковых автомобилей – 4 млн., построены, строятся и проектируются многочисленные тоннели различной протяженности в составе многоярусных развязок, для увеличения пропускной способности магистралей, упорядочения движения наземного транспорта и пешеходов, для подъезда к крупным городским центрам, а также экологические тоннели. В настоящее время в России ведется строительство ряда горных, подводных и городских автодорожных тоннелей, а также разрабатываются проекты создания тоннелей в будущем.

Постановка задачи

С целью дальнейшего совершенствования технологий строительства подземных сооружений с учетом новейших достижений, обуславливающих ускорение темпов и снижение стоимости строительства при обеспечении технической и экологической безопасности, надежности и долговечности тоннелей, должна быть разработана соответствующая концепция, предусматривающая:

– подготовку с помощью информационных технологий исходных данных, касающихся номенклатуры автодорожных тоннелей, подлежащих проектированию и строительству, их технических характеристик, а также особенностей конкретных топографических, инженерно-геологических, градостроительных и транспортных условий;

– внедрение инновационных технологий инженерно-геодезических, инженерно-геологических и инженерно-экологических изысканий и исследований;

– разработку рациональных конструктивных решений тоннельных обделок, а также элементов временной контурной и опережающей крепи с использованием современных конструкционных композиционных материалов;

– совершенствование существующих и создание новых методик расчета постоянных и временных крепей тоннелей во взаимодействии с грунтом на основе математического моделирования с использованием мощных программных комплексов; внедрение системы автоматизированного проектирования;

– применение инновационных и адаптивных технологий строительства тоннелей в разнообразных инженерно-геологических условиях с применением роботизированного высокопроизводительного специализированного оборудования (буровые установки, породопогрузочные и транспортные средства, механизированные щиты и комплексы, тоннелепроходческие машины и др.);

– выработку эффективных организационных и технологических мер по сооружению тоннелей с минимальными нарушениями поверхностных условий путем непрерывного геодезического, геотехнического и экологического мониторинга и своевременного принятия комплекса защитных мер, обеспечивающих сохранность находящихся вблизи строящегося тоннеля наземных зданий, подземных сооружений и инженерных коммуникаций;

– проведение комплекса теоретических и экспериментальных исследований и опытно-конструкторских работ, по результатам которых должны быть усовершенствованы существующие и созданы новые конструкции, методы их расчета, технологические схемы и тоннелепроходческое оборудование, а также обновлена необходимая нормативная база;

– модернизацию существующей индустриальной базы и создание новых предприятий, обеспечивающих скоростное и безаварийное строительство автодорожных тоннелей;

– совершенствование подготовки высококвалифицированных кадров тоннельщиков, отвечающих всем современным требованиям и способным решать возникающие научно-технические задачи.

Материалы и методы исследования

Следует отметить, что освоение подземного пространства в последние годы базируется на использовании современных форм и способов организации подземного строительства и, в частности, создания специализированных фирм для строительства крупномасштабных подземных сооружений. Современные технологии строительства подземных сооружений принято подразделять на следующие группы:

- «открытый» способ;
- «закрытый» способ;
- «полузакрытый» способ;
- «специальные» способы.

Выбор наиболее рационального метода производства работ производится на основе сравнительного анализа. В качестве экспериментального объекта выбран проект «Развитие Киевского направления Московского железнодорожного узла для усиления пригородного пассажирского движения. Строительство IY главного пути на участке Москва-Сортировочная-Киевская-Апрелевка», для которого проведен сравнительный анализ открытого и закрытого способа сооружения на примере «Реконструкции путепроводной развязки в створе Новомещерского проезда через железную дорогу. Сооружение городского транспортного тоннеля на ПК 141+80» и «Строительство пешеходного тоннеля на ПК140+84». Проектом предусмотрен открытый способ строительства тоннелей.

Таблица

Основные характеристики сооружений

Характеристики	Транспортный тоннель	Пешеходный тоннель
Длина, м	44,4	47
Высота, м	7,4	3,4
Ширина, м	26,9	4,5

Строительство осуществляется в 4 стадии, с перекладкой путей на каждой стадии, с переустройством контактной сети и сетей СЦБ.

Перекладка путей: **I стадия (рисунок 1)**

Переключение 4-х путей – 4 окна по 20 ч.

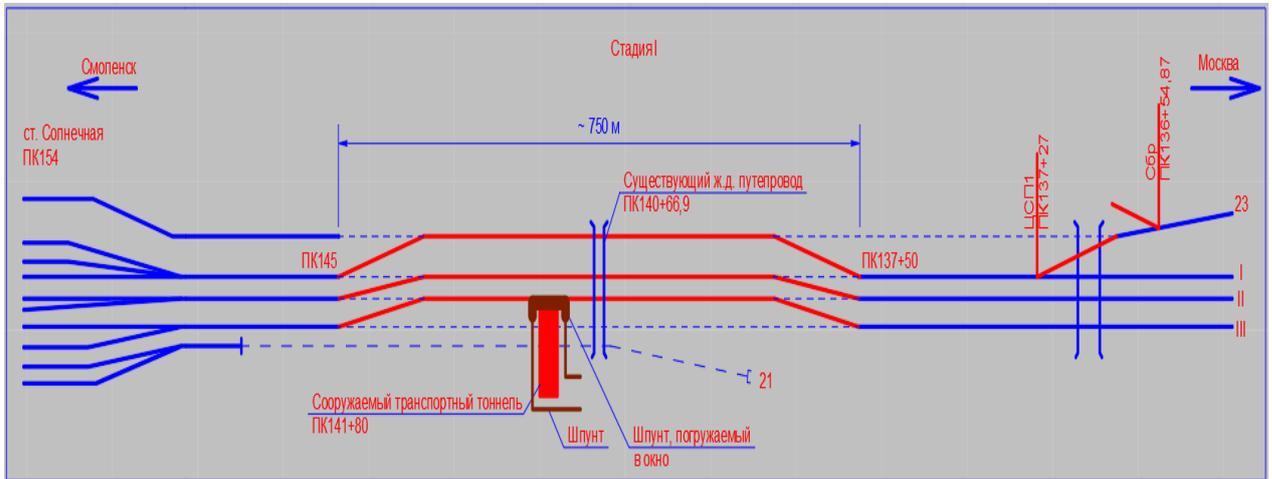
Переанкерровка контактной сети для 4-х путей – 14 окон по 2.5 ч.

Погружение шпунта в окна – 44 окна по 2.5 ч.

Извлечение шпунта – 15 окон по 2.5 ч.

ИТОГО окон: 4 по 20 ч., 73 по 2.5 ч.

Рисунок 1



II стадия (рисунок 2)

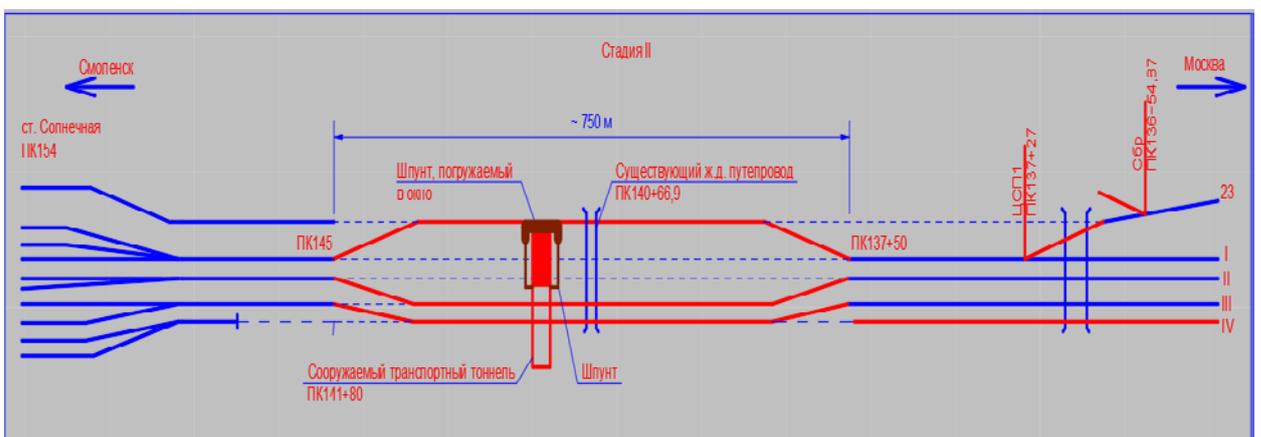
Переключение 2х путей – 2 окна по 20 ч.

Переанкерровка контактной сети для 2х путей – 8 окон по 2.5 ч.

Погружение шпунта в окна – 44 окон по 2.5 ч.

ИТОГО окон: 2 по 20 ч., 52 по 2.5 ч.

Рисунок 2



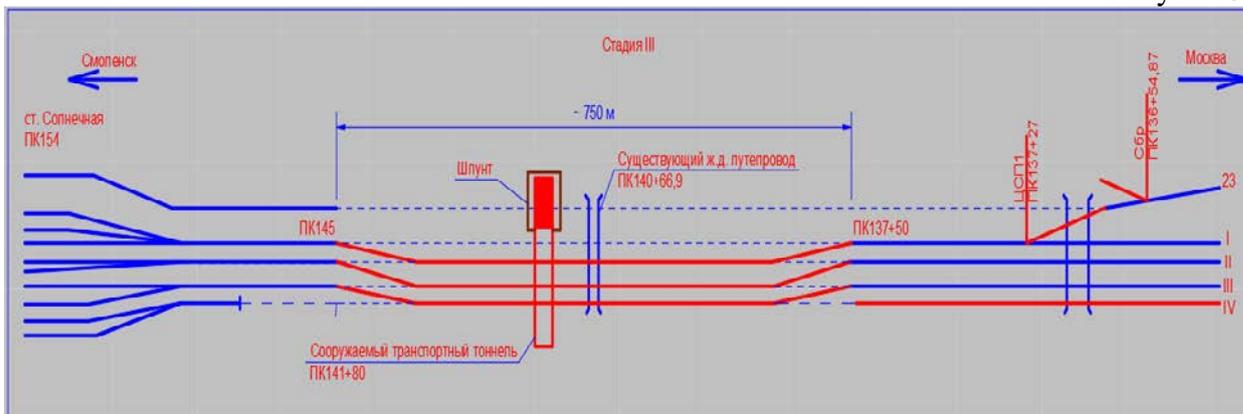
III стадия (рисунок 3)

Переключение 1-го пути – 1 окно по 20 ч.

Переанкерровка контактной сети для 1 пути – 4 окна по 2.5 ч.

ИТОГО окон: 1 по 20 ч., 4 по 2.5 ч.

Рисунок 3



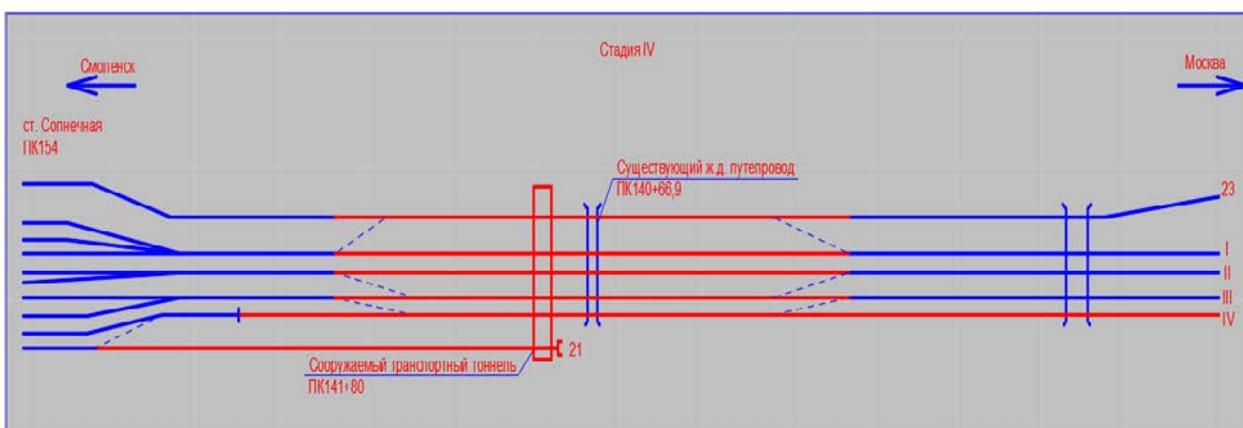
IV стадия (рисунок 4)

Переключение 6-ти путей – 6 окон по 12 ч.

Переанкерровка контактной сети для 6-ти путей – 24 окна по 2.5 ч.

ИТОГО окон: 5 по 12 ч., 24 по 2.5 ч.

Рисунок 4



Выполненные расчеты показали, что общий срок реализации проекта открытым способом составит 40 месяцев. Графиком проекта организации строительства (ПОС) предусмотрены сроки 24 месяца. Анализ показал, что увеличение на 10 месяцев связано с переносом газопровода и т.п., а на 6 месяцев – из-за переключений пути.

Результаты

Для обеспечения сроков производства строительных работ, предусмотренных ПОС в календарном плане предложен закрытый способ сооружения. Состав и технологическая последовательность производства работ данным способом включает следующие основные процессы:

- устройство стартового и приемного котлованов;
- устройство страховочных рельсовых пакетов (требуется 6 окон по 6 ч);
- бурение защитного экрана из труб;

- разработка грунта;
- сооружение постоянной обделки тоннелей;
- архитектурно-отделочные работы.

Преимущества закрытого способа заключаются в следующем. Снижается количество окон на экспериментальном участке в 27 раз. Следовательно, более безопасное производство работ, на порядок снижен риск срывов расписания движения поездов. Обеспечивается сокращение срока сооружения транспортного и пешеходного тоннелей - начало работ на 10-12 месяцев раньше и сокращается продолжительность строительно-монтажных работ (СМР) на 12 месяцев. Итого общая экономия по срокам реализации проекта составляет более 1,5 года (22 месяца).

Кроме того, не требуется производить перенос газопровода и вырубку зеленых насаждений вне полосы отвода РЖД. При этом сохраняется штатный (существующий) объем грузоперевозок.

Заключение

Сметная стоимость предлагаемого варианта прокладки закрытым способом сопоставима со стоимостью проектного решения открытым способом (с учетом затрат, необходимых для переустройства путей и инженерных сетей). Комплексное освоение подземного пространства города, заключающееся в строительстве не только отдельных автотранспортных тоннелей, но и совмещенных тоннелей, подземных пешеходных переходов, коммуникационных коллекторов, подземных автостоянок, транспортно-пересадочных узлов в составе одной развязки, способствует снижению общих расходов на строительство и одновременному решению многих острых транспортных проблем, присущих крупным городам. А в случае преодоления всевозможных высотных или контурных препятствий иной альтернативы, кроме строительства тоннеля, просто не существует. Современные строительные технологии и высокопроизводительное строительное оборудование для ведения подземных работ позволяет сооружать тоннельные конструкции с высоким качеством в кратчайшие сроки. Городские автотранспортные тоннели остаются неотъемлемой частью развития дорожно-транспортной инфраструктуры любого крупного города.

Литература

1. Теличенко В.И. Управление программами строительства подземных объектов : Научное издание / Теличенко В. И. , Король Е. А. , Каган П. Б. , Конюхов Д. С. - Москва : Издательство АСВ, 2010. - 296 с.
2. Теличенко В.И., Зерцалов М.Г., Конюхов Д.С., Королевский К.Ю., Король Е.А. Современные технологии комплексного освоения подземного пространства мегаполисов / Научное издание - Москва: Издательство АСВ, 2010. - 360 с.

3. Король Е.А. Анализ состояния и тенденций градостроительной деятельности в реализации проектов реконструкции и реновации промышленных зон Москвы // Недвижимость: экономика, управление. 2014 ISSN: 2073-8412.
4. Король О.А. Основные подходы и принципы формирования методики оценки эффективности энергосберегающих мероприятий в строительном производстве // Научное обозрение. 2015. №12. С. 393-396.
5. Грабовый К.П., Король О.А. Анализ потребления энергоресурсов на строительной площадке и резервов их сокращения // Естественные и технические науки. 2014. № 11-12(78). С. 399-401.
6. Korol E, Gaydysheva Y and Passmore D. Integration of organizational-technological and social aspects in the realization of the program of renovation of residential development. MATEC Web Conf. Volume 251, 2018 VI International Scientific Conference “Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education” (IPICSE-2018).