

счет исключения дорогостоящих простоев выработок, а также затрат на их ремонт и укрепление. Это особенно актуально в современных горно-технических условиях разработки месторождений на больших глубинах.

Литература

1. Литвинский Г.Г., Гайко Г.И., Кулдыркаев Н.И. Стальные рамные крепи горных выработок. – К.: Техніка, 1999. – 216 с.
2. Корчак А.В. Методология проектирования строительства подземных сооружений. – М.: Недра комьюникейшнс ЛТД, 2001. – 416с.
3. Быков А.В. Крепь регулируемого сопротивления. - Шахтное строительство, 1982, – №12. – с.11-12
4. Картозия Б.А., Пшеничный В.А., Корчак А.В. Крепь регулируемого сопротивления/ Исследование взаимодействия массива с крепью выработок. – Л.: ЛГИ, 1988. – С. 36-41.
5. Гайко Г.И., Окалелов В.Н. Учет функциональной ответственности выработок при проектировании шахтной крепи// Уголь Украины, 2001, №6. – С. 39-40.
6. Гайко Г.И. Конструкції кріплення підземних споруд. – Алчевськ: ДонДТУ, 2006. – 133 с.
7. Гайко Г.И., Горбатова Л.А. Оценка надежности горной выработки при управлении несущей способностью крепи// Розробка родовищ. Щорічний науково-технічний збірник. – Дніпропетровськ: ТОВ «ЛізуновПрес», 2013. – С. 131-136.

УДК 622.363.2.001.57

К ВОПРОСУ ОРГАНИЗАЦИИ СОВМЕСТНЫХ РАБОТ ТОННЕЛЕПРОХОДЧЕСКИХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ И НЕМЕХАНИЗИРОВАННЫХ ПРОХОДЧЕСКИХ ЩИТОВ

¹ Арутюнян А.В., ¹ Гречкин С.А., ² Гец А.К., ² Шпургалов Ю.А.

¹ УП «Минскметрострой», г. Минск,

² Белорусский национальный технический университет, г. Минск

В данной работе сделан качественный анализ соотношения развития фронта строительных работ при сооружении третьей линии Минского метрополитена при использовании двух видов тоннелепроходческого оборудования. Сформулированы основные проблемы организации совместных работ тоннелепроходческих механизированных комплексов и немеханизированных проходческих щитов.

Введение. Первый участок третьей линии Минского метрополитена от ст. Корженевского до ст. Юбилейная с электродепо предполагает строительную длину 8456,5 м и предусматривает строительство семи станций метрополитена, перегонных тоннелей между станциями, пересадочных узлов между первой и третьей, второй и третьей линиями метрополитена, соединительной ветки между второй и третьей линиями метрополитена, электродепо третьей линии метрополитена, соединительной ветки с электродепо, инженерного корпуса, здания эксплуатационного персонала.

Для сооружения вышеперечисленных объектов метрополитена могут использоваться тоннелепроходческие механизированные комплексы (ТМПК) и немеханизированными проходческие щиты ЩН-1С, производящие работы закрытым способом, а также открытым способом в котлованах со свайным и шпунтовым креплением. Планируемая суммарная длина участков проходки ТМПК - 8534 м. Длина отдельных тоннелей, проходимых ТМПК - два тоннеля по 1353 м, два тоннеля по 1260 м, два тоннеля по 1654 м. Суммарная планируемая длина участков проходки тоннелей пятью проходческими немеханизированными щитами - 4569 м. Длина отдельных тоннелей, проходимых немеханизированными щитами - от 162 м до 882 м. Возможен вариант проходки всех перегонных тоннелей линии одним ТНПК, без проходки отдельных перегонных тоннелей немеханизированными щитами и в котлованах открытого способа работ. При этом продолжительность строительства участка линии увеличивается, не выдерживается директивный срок строительства.

Результаты исследования. Сооружение первого участка третьей линии Минского метрополитена с электродепо предполагается вести с выделением двух пусковых комплексов.

В состав первого пускового комплекса войдет участок линии метрополитена длиной 4,19 км, соединительная ветка между второй и третьей линиями длиной 0,95 км.

В состав второго пускового комплекса - участок линии метрополитена длиной 4,26 км, соединительная ветка между третьей и первой линиями длиной 0,55 км.

Следует отметить, что на эффективность (и, как следствие, стоимость) строительства вышеуказанного участка метрополитена и его дальнейшую эксплуатацию существенным образом влияет совместное решение задач технологии строительства, организации работ по строительству, а также последующее управление построенным участком.

К задачам организации относится разработка:

- маршрутов перемещения ТМПК (включая подготовительные работы);
- разработка всех видов обеспечения – технологического, технического, расходными материалами и кадрами (трудовыми ресурсами).

При условии организации производства подготовительных и основных строительных работ общий срок строительства первого участка третьей линии метрополитена, определенный из графика строительства, по одному варианту составит 81 месяц, в т.ч. первый пусковой комплекс - 60 месяцев; по другому варианту составит 84 месяца, в т.ч. первый пусковой комплекс - 60 месяцев. В случае организации проходки всех перегонных тоннелей линии одним тоннелепроходческим комплексом, без проходки отдельных перегонных тоннелей немеханизированными щитами и в кот-

лованах открытого способа работ, продолжительность строительства участка линии составит 97 месяцев. Продолжительность строительства электродепо определена графиком строительства и составляет 84 месяца.

Обоснование применения при строительстве участка линии тоннелепроходческого механизированного комплекса. Необходимость применения при строительстве третьей линии Минского метрополитена ТПМК обусловлена целым рядом факторов организационного, экономического, технологического и производственного характера. Высокая скорость проходки при использовании ТПМК, по сравнению с проходкой обычными щитами, технологичность, безопасность работ, меньшее влияние при проходке на существующую земную поверхность по трассе линии и инженерную инфраструктуру города, экономические показатели проходки определяют возможности и предпочтительное использование ТПМК, по сравнению с обычными щитами. Организационный фактор применения ТПМК - наиболее значимый с точки зрения общей организации строительства.

Для обеспечения строительства участка линии в предусмотренные сроки, с учетом необходимого первоочередного выполнения работ по инженерной подготовке территории, исходя из наиболее рационального размещения проходческого оборудования и последовательности проведения работ, графиком строительства линии предусмотрено использование одного ТМПК и пяти немеханизированных щитов ЩН-1с. При этом расчетная скорость проходки тоннелей ТПМК принята 250 м в месяц. Скорость проходки немеханизированными щитами в условиях г. Минска - до 48 м в месяц. В случае исключения проходки ТПМК и использования на проходке только немеханизированных щитов, для выполнения плановых сроков строительства по графику строительства потребуется одновременная работа десяти немеханизированных щитовых комплексов. Это потребует организации дополнительных участков проходческих работ, увеличит потребность в кадрах работающих, значительно увеличит затраты на обслуживающие процессы закрытого способа работ и организационные затраты на проходку тоннелей.

При организации проходки всех перегонных тоннелей линии одним тоннелепроходческим комплексом, без проходки отдельных перегонных тоннелей немеханизированными щитами и в котлованах открытого способа работ, увеличивается продолжительность строительства участка линии, из-за необходимости соблюдения технологической последовательности ведения проходческих, строительных, монтажных и путевых работ и невозможности совмещения технологических операций строительного цикла до завершения проходки отдельного тоннеля.

Технологический фактор применения ТПМК определяется технологическими преимуществами проходки перегонных тоннелей:

- высокая, по сравнению с немеханизированными щитами, скорость проходки тоннелей в грунтах 1-3 группы - не менее 250 м в мес.;
- просадки дневной поверхности при глубине проходки (до свода тоннеля) 10,0 м - не более 0,01 м;
- возможность проходки в обводненных грунтах, ниже уровня грунтовых вод до 10,0 м;
- возможность проходки при наличии в грунтах валунов диаметром до 1 м.

Высокая скорость проходки обеспечивает выполнение требуемых темпов строительства участка с минимальными необходимыми организационными затратами и затратами по обслуживающим процессам закрытого способа работ.

Минимизированные просадки грунтов над сооружаемыми тоннелями и дневной поверхности по трассе тоннелей позволяют существенно снизить затраты по инженерной подготовке и восстановлению территории строительства - уменьшение требуемого объема переустройства и усиления инженерных коммуникаций, сноса и усиления зданий, попадающих в зону возможных деформаций, восстановления проезжей части автомобильных дорог и железнодорожных путей по окончании проходки тоннелей. Возможность проходки в обводненных грунтах, ниже уровня грунтовых вод снижает требуемые затраты на выполнение строительного водопонижения, обеспечивает необходимые темпы проходки в обводненных грунтах.

Проходка тоннелей в водонасыщенных грунтах немеханизированными щитами потребует дорогостоящих специальных способов строительства - строительное водопонижение, закрепление грунтов, заморозка, устройство водонепроницаемых перемычек, кессонный способ проходки, что значительно увеличивает стоимость и удлиняет сроки строительства. Возможность проходки при наличии в грунтах валунов обеспечивает не обходимые темпы проходки, исключая непроизводительные простои проходческого оборудования.

Производственный фактор применения ТПМК характеризуется высокой производительностью проходческого оборудования, отсутствием тяжелого, непроизводительного ручного труда проходчиков, безопасностью ведения работ при отсутствии людей в потенциально опасной призабойной зоне, минимальным воздействием на окружающую среду. Экономический фактор - эффективность применения ТПМК в условиях г. Минска подтверждается сравнительным экономическим анализом стоимости проходки перегонных тоннелей (без учета стоимости оборудования) третьего участка первой линии Минского метрополитена, рассчитанной в архитектурном

проекте строительства линии для основной трассы (немеханизированные щиты) и для варианта (ТПМК).

Использование при строительстве участка третьей линии Минского метрополитена вышеуказанного оборудования и предполагаемых технологий ведения работ обеспечивает сооружение участка линии в установленные сроки с оптимальными, в имеющихся условиях, организационными, технологическими, производственными и экономическими показателями. Внедрение новых технологий, новой высокопроизводительной техники, организационных схем ведения работ, непробированных при ведении строительных работ в условиях г. Минска, требуют организации работ по научно-техническому сопровождению строительства и проведения опытных работ. Механизированный щитовой комплекс позволяет осуществлять проходку тоннелей без строительного водопонижения и обеспечивает сохранность зданий и подземных инженерных коммуникаций, за счёт грунтопригрузки забоя, который полностью компенсирует горное и гидростатическое давление.

Проходка соединительной ветки между второй и третьей линиями метрополитена предусмотрена немеханизированным щитом ЩН-1с.

Проходка остальных перегонных тоннелей и тоннелей соединительной ветки в электродепо, сооружаемых закрытым способом, также предусматривается немеханизированными щитами ЩН-1с. Для выполнения проходки тоннелей на участке в соответствии с графиком строительства требуется 5 щитов ЩН-1с.

Возможен вариант проходки всех перегонных тоннелей линии одним тоннелепроходческим комплексом, без проходки отдельных перегонных тоннелей немеханизированными щитами и в котлованах открытого способа работ. При этом продолжительность строительства участка линии увеличивается, не выдерживается директивный срок строительства.

Выводы

1. При сооружении третьей линии метро должны использоваться тоннелепроходческие комплексы совместно с механизированными щитами.

2. Для обеспечения эффективного использования тоннелепроходческих комплексов необходимо проведение дополнительных исследований по обеспечению организации совместных работ тоннелепроходческих комплексов и другого проходческого технологического оборудования.