3. Ржевский В. В., Новик Г. Я. Основы физики горных пород. - М.: Недра, 1973. - 285с.
4. Zito G., Mongelli F., Loddo H. Temperature dependence of the thermal parameters of some Rocks // Jnt. J. Rock Mech.and Mining Sci. and Geomech. - 1996, 33. - № 3. - p.117 A.
5. Веттегрень В. И., Лазарев С. О., Петров В. А. Физические основы кинетики разрушения материалов. - Л.: ФТИ, 1989. - 246 с.
6. Петров А. А. // Физика и механика разрушения композиционных материалов . - Л.: ФТИ АН СССР, 1986. - 137 с.
7. Вильсон А. Д. Энтропийные методы моделирования сложных систем. - Пер. с англ. Под ред. Ю. С. Попкова. - М.: Наука, 1978. - 247 с.
8. Структурные модели горного массива в механизме геомеханических процессов / Вылегжанин В. Н., Егоров П. В., Мурашев В. И. - Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, 1990. - 295 с.
9. Норель Б. К. Изменение механической прочности угольного пласта в массиве. - М.: Наука, 1983. - 128 с.
10. Зорин А. Н., Бондаренко В. И., Мещанинов С. К. и др. К вопросу устойчивости породных обнажений // Науковий Вісник НГАУ. - 2000, № 1. - С.100-101.
11. Бондаренко В. И., Зорин А. Н., Грядущий Ю. Б., Мещанинов С. К., Гончаров А. Д., Вершинин В.А., Ульянов И. В. Закономерность изменения устойчивости породных обнажений при периодических нагрузках. - Открытие № 151// Сб. научных открытий: М. - СПб. - 2000.- С. 17 - 19.
12. Васючков Ю. Ф., Янко С. В. Горное дело. - Киев: Техніка, 1995. - 507 с.
13. Заславский Ю. З., Зорин А. Н., Черняк И. Л. Расчеты параметров крепи выработок глубоких шахт. - Киев: Техніка, 1972. - 156 с.
14. Белаенко Ф. А. Температурные напряжения в породах вокруг подготовительных выработок // Изв.Вузов. Горный журнал, 1962. - № 8.
15. Заславский Ю.З. Вопросы крепления капитальных горных выработок глубоких шахт в Донбассе. - М.: ЦНИИТЭИугля, 1963. - 132 с.
16. Федоров В. В. Кинетика повреждаемости и разрушения твердых тел. - Ташкент: ФАН, 1985. - 168 с.
17. Федоров В. В. Термодинамический метод оценки длительной прочности // Пробл. прочности. - 1972, № 9. - С. 45-47.
18. Jnada Yoshinori and others. The influence high and low temperature on cha-racteristics of rocks under compression // J. Soc. Mater. Sci. - 1992. - 41, № 463. - p.410-416.
19. Переверзев Е. С. Модели накопления повреждений в задачах долговечности. - Киев: Наук. думка, 1995. - 360 с.
20. Пригожин И. Введение в термодинамику необратимых процессов. - Пер. с англ. Под ред. Ю. С. Попкова. - М.: Наука, 1978. - 127 с.
22. Гильдерман Ю. И. Вооружившись интегралом... - Новосибирск: Наука, 1980.- 192 с.

УДК 624.191.24

В.И. Петренко, В.Д. Петренко

ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПЕРЕГОННЫХ ТОННЕЛЕЙ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ

У статті описано комплексне рішення проблеми техногенної безпеки під час спорудження перегінних тунелів мілкого закладання на основі нових технологій та спеціальних засобів будівництва.

TECHNOGEN SAFETY IN A PERIOD BUILDING STAGING TUNNELS OF PETTY LAYING

At the article the complex decision of technogenious safety problem of running tunnels on the basis of new technologies and special methods of constructions has been described.

Рост крупных городов Украины сопровождается интенсивным увеличением объемов подземного транспортного строительства. К наиболее важным его объектам относятся станционные и перегонные тоннели метрополитена мелкого заложения. Новая техническая политика сооружения станций и тоннелей на

глубинах до 15-20 м положена в основу генерального плана развития метростроения в г. Киеве.

Обычно технологические решения по сооружению тоннелей метрополитена принимаются в соответствии с инженерно-геологическими и гидрогеологическими условиями по трассе строительства. При этом предусматривается максимальная механизация всех работ, возможность использования передовой техники и высоких технологий, обеспечение минимальных осадок поверхности и максимального сохранения в зоне строительства зданий, сооружений, подземных и надземных коммуникаций, дорог и улиц. Кроме того, необходимо обеспечить непрерывность и беспрепятственность проездов по прилегающим к зоне строительства улицам, сохранение окружающей среды и зеленых насаждений.

Трудность решаемых при проектировании и строительстве тоннелей задач обусловлена в первую очередь урабанизационными и инженерно-геологическими условиями. Так при строительстве нового участка Святошино-Броварской линии Киевского метрополитена между станциями «Святошин», «Проспект Свободы» и «Проспект Палладина» перегонные тоннели проходились в толще флювиогляциальных отложений с переслаиванием песков, супесей, суглинков. Несвязные грунты выще уровня грунтовых вод находятся в малосвязном состоянии, ниже уровня грунтовых вод – в водонасыщенном. Связные грунты, пересекаемые тоннелем выше уровня грунтовых вод (УГВ), обладают тугопластичной и полутвердой консистенцией, ниже УГВ – текучей и тугопластичной консистенцией. Причем сечение тоннелей частично или полностью размещено ниже УГВ, наибольшие превышения УГВ над лотком тоннелей составляет 12…15 м. Кроме выдержанного горизонта грунтовых вод на всем протяжении трассы проходимого участка имеется невыдержанный малообильный водоносный горизонт типа «верховодки», питающийся как дождевыми водами, так и за счет утечки из городских водопроводной, водосточной и канализационной систем. Такие гидрогеологические условия и физико-механические свойства грунтов при их пересечении тоннелей закрытого способа работ могут привести к прорыву водонасыщенных грунтов внутрь проходимых выработок с образованием провальных воронок до поверхности земли. Для предотвращения таких прорывов в процессе проходки тоннелей необходимо применение щитов закрытого типа и специальных способов осушения или закрепления грунтов. Большую сложность при строительстве представляют также районы плотной городской застройки с крупными автомагистралями. Так, например, трасса пройденного участка линии Киевского метрополитена проходит вдоль проспектов Победы и Академика Палладина частично под их проезжей частью и в основном в зоне с расположенными в ней жилыми высотными домами.

В этих условиях строительство характеризуется интенсивным движением на автомагистралях и большим количеством подземных инженерных коммуникаций. В связи с этим необходимо было разработать и применить передовые эффективные технологии, основанные на использовании способа мелкого заложения тоннелей, высокомеханизированных тоннелепроходческих комплексов и

специальных методов строительства. В совокупности это должно было обеспечить высокий уровень техногенной безопасности строительства важнейшего объекта. При этом предусматривалось решать следующие задачи:

1) предупредить нарушение режимов подземных вод;

2) полностью исключить при проходке перегонных тоннелей закрытым способом подвижки грунтов вплоть до земной поверхности;

3) разработать высокоточную железобетонную обделку с повышенными гидроизоляционными характеристиками на основе специальных резиновых уплотнительных элементов новой конструкции;

4) применить новую тоннелепроходческую технику с закрытой передней частью, обеспечивающую высокие темпы проходки тоннелей без деформации грунтов впереди забоя вплоть до поверхности.

Прежде всего, была применена технология водопонижения уровня грунтовых вод с использованием системы эжекторных иглофильтров и установки типа ЭИ-2,5. Сущность технологии состоит в том, что по трассе тоннеля с опережением забоя на 20 м бурятся два ряда скважин глубиной 12…15 м по десять штук в ряду. При этом расстояние между рядами составляет 8 м, а между скважинами в ряду – 2 м. Скважины обустраиваются эжекторными иглофильтрами и соединяются в систему: скважина диаметром 273 мм – напорный водовод диаметром 152 мм – коллектор диаметром 219 мм – насос типа ЭЦВ-8-25-125. Схема размещения скважин выбрана из расчета создания депрессионной воронки с рациональными параметрами и осушения ограниченного объема грунтов впереди проходимого перегонного тоннеля.

При планировании строительства продленной части Святошино-Броварской линии метрополитена в Киеве от станции «Святошин» до станции «Проспект Победы» первоначально была запроектирована трасса мелкого заложения в сложных инженерно-геологических условиях с замораживанием грунтов на протяжении 1100 м. Трасса строительства метро пересекает различные подземные коммуникации, которые необходимо было перекладывать и закрывать движение автотранспорта на одной половине автомагистрали «Проспект Победы». Применение замораживания привело бы к удорожанию строительства, значительному увеличению сроков и ухудшению экологии в зоне вокруг объекта. Поэтому было принято решение сооружать тоннели при помощи механизированных комплексов, которые могут работать на небольшой глубине в сложных гидрогеологических условиях без просадки дневной поверхности. В связи с тем, что в странах СНГ подобные комплексы не изготавливались, был объявлен тендер на покупку механизированных щитов в дальнем зарубежье. Из пяти предложений западных фирм были выбраны тоннелепроходческие комплексы немецкой фирмы WIRTH. Щитовой комплекс предназначен для строительства тоннелей с наружным диаметром 5,6 м и внутренним 5,1 м. Разработка грунта производится при помощи экскаваторного исполнительного органа. При строительстве тоннелей в сложных гидрогеологических условиях в переднюю часть щита, которая имеет герметичную перегородку, предусмотрена подача сжатого

воздуха под давлением до 0,2 МПа, что уравновешивает гидростатическое давление вышележащих пластов на высоту до 20 м.

Щит оборудован семью шандорными устройствами, имеющими забойные гидроцилиндры и плиты, удерживающие забой в устойчивом положении. В щите имеется шлюзовая камера для обеспечения выхода обслуживающего персонала в призабойную зону при аврийных ситуациях и планово-предупредительных ремонтах. Передвигается щит с помощью 18 гидроцилиндров, которые имеют ход штока в 1400 мм. Рабочее давление в гидросистеме – 35 МПа. Общее усилие, создаваемое щитовыми гидроцилиндрами при передвижении, составляет 19782 кН. Для лучшего управления щит разделен на две части, между которыми имеется герметичное резиновое уплотнение. Передняя часть щита при помощи 12-ти артикуляционных гидроцилиндров может изменять направление движения до 5 градусов. В настоящее время с помощью комплексов WIRTH пройдены два перегонных тоннеля мелкого заложения от станции «Святошин» до станции «Проспект Победы».

С целью повышения уровня экономичности и получения высоких эксплуатационных характеристик крепления тоннелей была разработана специальная конструкция сборной железобетонной обделки высокоточного изготовления. Обделка наружным диаметром 5,6 м, внутренним 5,1 м и шириной 1,0 м состоит из семи высокоточных блоков трех типоразмеров с резиновыми уплотнителями. Преимущества использования резины для уплотнения обделки заключается в следующем:

1) резиновые уплотнители имеют небольшой вес и длительный срок эксплуатации (десятки лет);

2) за счет упругих свойств резины повышается надежность герметизации стыков;

3) затраты на материалы для уплотнения межобделочных стыков уменьшаются;

4) монтаж резиновых уплотнителей осуществляется в условиях производства железобетонных блоков, что значительно повышает комфортность и производительность труда, а также увеличивает степень надежности изделий.

Каждое кольцо обделки тоннеля состоит из определенного количества блоков, которое зависит от диаметра кольца и назначения обделки. Герметизация межблочных соединений по поперечным (кольцевым) и продольным (радиальным) бортам железобетонных блоков обеспечивается за счет точности их изготовления в специальных формах, канавок для резиновых уплотнителей и самих уплотнителей. При этом резиновые уплотнители блоков, сжимаясь между собой в тоннельном кольце фланцевой стороной, создают сплошной пояс герметизации между кольцами обделки в продольном направлении, а сжимаясь торцевой стороной, создают пояс герметизации в радиальном направлении. Такие пояса могут выполняться как с перевязкой так и без их перевязки. Обделка монтируется при помощи кольцевого блокоукладчика. При выходе кольца из хвостовой оболочки щита при его передвижении сразу производится нагнетание тампонажного раствора за обделку для предотвращения деформаций грунта

и просадок земной поверхности. Разработанные конструкции железобетонных блоков с резиновыми уплотнителями обеспечивают высокий уровень гидроизоляции при сооружении обделки перегонных тоннелей метрополитена в сложных гидрогеологических условиях.

Таким образом, при сооружении новой линии Киевского метрополитена была решена комплексная проблема обеспечения техногенной безопасности важного объекта подземного городского строительства.

УДК. 624.131

С.В. Цепак, А.А. Босов

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНЫХ ЗЕМЛЯНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Проаналізовано два способи наробітку земляної полотнини на відмовлення. Обґрунтовано величину міжремонтних термінів транспортних земляних споруджень.

SUBSTANTIATION OF THE CHOICE OF OPERATIONAL PARAMETERS OF TRANSPORT GROUND CONSTRUCTIONS

Two ways of an operating time of an earthen cloth on refusal were analyzed. The size of reserve maintenance periods of transport earthen constructions was proved.

Возрастание скоростей движения и увеличения грузонапряженности предопределяют дальнейшее рассмотрение устойчивости транспортных земляных сооружений и формирование понятия “межремонтные сроки”.

Учитывая, что в современных правилах и положениях о проведении планово-предупредительных ремонтов нормы периодически отсутствуют и, несмотря на достаточную научную проработку вопросов устойчивости грунтов [1, 2], возвращение к этой задаче возможно на основе совместного рассмотрения теорий механики грунтов, разрушения горных пород [3], теории управления горным массивом [4] и физических основ прочности и пластичности [5].

При разработке методики прогноза деформаций в работе [1] определено идеальное время до разрушения откосов, находящееся в пределах 175…280 лет (для откоса высотой 17 м). Однако после анализа ряда исследований значительно снижены окончательные результаты. Поэтому, учитывая различие во взглядах и противоречия разных авторов, задачу о межремонтных сроках сформулируем с точки зрения теории множеств, для чего вероятность наработки земляного полотна на отказ определим двумя способами:

- прямой – по критическим изменениям геометрических параметров, с выделением возможных объемов работ;
- косвенный – изменением реакции балластной подушки или высоты элементов верхнего строения на силовое воздействие подвижного состава, с последующим определением физико-механических параметров грунтов.