

УДК 624.195

Прокопов А.Ю., д.т.н., проф., Лещенко В.В., студ., Тыняная Е.В., студ.,
Ростовский государственный строительный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ СООРУЖЕНИЯ ТОННЕЛЕЙ НА АВТО-МАГИСТРАЛИ «ДУБЛЕР КУРОРТНОГО ПРОСПЕКТА» В Г. СОЧИ

Строительство в г. Сочи автомагистрали «Дублер Курортного проспекта» предусмотрено Транспортной стратегией Российской Федерации на период до 2030 г. [1], Федеральной целевой программой «Развитие транспортной системы России (2010 – 2015 годы)» [2] и Программой строительства олимпийских объектов и развития города Сочи как горноклиматического курорта [3]. Главное назначение Дублёра Курортного проспекта – это перераспределение транспортных потоков, снижение транспортной нагрузки на центр города и побережье, обеспечении взаимосвязанности внутригородской дорожной сети. Он является одним из объектов подготовки города к Зимней Олимпиаде 2014 года. Строительство начато в 2010, пуск автомагистрали в эксплуатацию запланирован на 2013 г. На трассе предусмотрено строительство 8 тоннелей, 7 из которых – парные. Краткая характеристика тоннелей приведена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика тоннельных комплексов (тоннелей)
на автомагистрали «Дублер Курортного проспекта» в г. Сочи

№ тоннелей на автомагистрали	Наименование тоннеля	Тип	Длина, м	Плановые сроки завершения работ (по состоянию на 13.02.2013 г.) [4]	
				по проходке	по чистовой обделке
1	Агурский	Одинарный	1472,5	Работы завершены	
2		Парный	672	– // –	
2а			259,2		
3		– // –	660	15 июня 2013 г.	1 августа 2013 г.
3а			684	30 марта 2013 г.	30 апреля 2013 г.
4	Лысогорский	– // –	668	10 мая 2013 г.	30 июля 2013 г.
4а			669	30 апреля 2013 г.	30 июня 2013 г.
5	Завокзальный	– // –	671	н.д.	н.д.
5а			696		
6	Виноградный	– // –	601	н.д.	н.д.
6а			580		
7	Санаторный	– // –	804	30 июля 2013 г.	30 сентября 2013 г.
7а			824	30 мая 2013 г.	30 июня 2013 г.
8	Мамайский	– // –	1561	1 сентября 2013 г.	1 октября 2013 г.
8а			1538		

Основными проблемами строительства указанных тоннельных комплексов являются:

- необходимость проходки в слабоустойчивых породах при небольшой глубине заложения тоннелей;
- опасность активизации оползневых процессов при строительстве;
- возможность изменения физико-механических свойств пород (аргиллитов и др.) при намокании;

- необходимость обеспечения высоких темпов проходки;
- необходимость строительства в условиях городской застройки в непосредственной близости от оси трассы;
- организационные и юридические проблемы, связанные со сносом части зданий, попадающих в зону влияния тоннелей, и переселения жильцов;

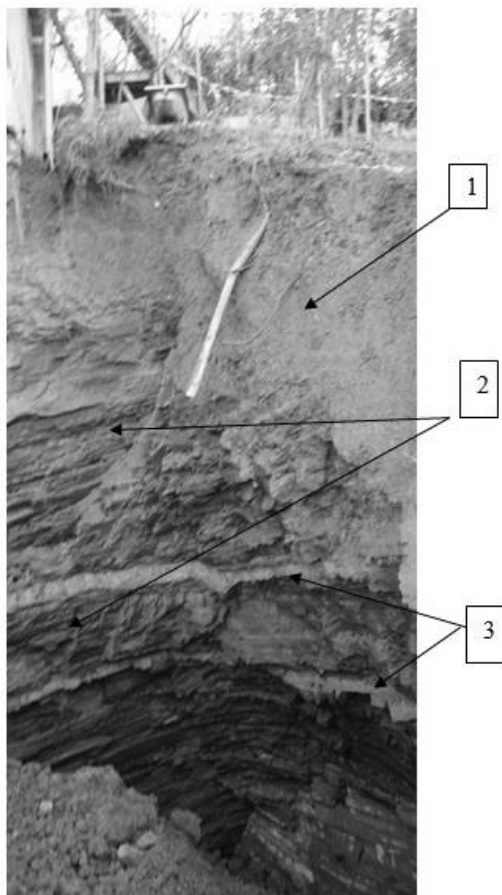


Рисунок 1 – Сложение грунтов в месте обрушения:

- 1 – насыпной грунт;
- 2 – слои аргиллитов;
- 3 – прослойки песчаника

- необходимость переноса части инженерных коммуникаций;
- необходимость соблюдения экологических и санитарных норм, особенно при проходке в непосредственной близости от заповедников и рекреационных территорий и др.

Для обеспечения устойчивости откосов припортальных выемок, а также участков врезки тоннелей, на большинстве из них осуществлялось предварительное упрочнение пород (грунтов) и устройство подпорных стен из буронабивных свай, заглубленных в скальные, а при их отсутствии – в полускальные породы.

Технология проходки большинства тоннелей, особенно их припортальных участков предусматривала опережающее упрочнение пород кровли и устройство защитного экрана из труб, замоноличенных в передовых скважинах. Проходка велась уступным забоем (за исключением тоннелей №8 и 8а). В качестве временной крепи использовались набрызгбетон в сочетании с анкерами и металлической сеткой, постоянная обделка возводилась с небольшим отставанием от разработки штросс.

Одним из инновационных решений было применение на тоннелях №8 и 8а итальянской технологии Adesco, предусматривающей проходку сразу на полное сечение без разделения на уступы. Проходка тоннелей ведется 8 забоями: по 2 с северного и южного порталов и 4 – со стороны штольни дополнительного доступа, вскрывающей оси тоннелей в их средней части. Для повышения

устойчивости забоя он предварительно армируется фиброглассовыми анкерами, которые затем разрушаются вместе с породой гидромолотом экскаватора или исполнительным органом комбайна. Возведение постоянной обделки производится сразу вслед за подвиганием забоя с отставанием

40-50 м. По состоянию на 13.02.13 г. выполнено по тоннелю №8: проходки – 527,1 м; чистой обделки – 361,3 м; по тоннелю №8а: проходки – 703,8 м; чистой обделки – 507 м.

Несмотря на предпринимаемые меры по упрочнению кровли тоннелей, укреплению предпортальных выемок и порталов, при строительстве неоднократно происходили аварии, связанные с обрушением пород кровли, при этом объемы вывалов достигали нескольких сот кубометров и в отдельных случаях распространялись до земной поверхности.

Так, крупная авария произошла 22 ноября 2012 г. при проходке тоннеля №4а в районе ул. Лысая Гора. Вследствие вывала произошла осадка земной поверхности, вследствие чего образовалась воронка размерами в плане 10 на 20 метров и глубиной более 10 м.

Как видно из рис. 1, породы в месте обрушения сложены, в основном аргиллитами с тонкими прослойками песчаников. Одной из вероятных причин обрушения могло стать изменение свойств грунтов в результате их подтопления как дождевыми, так и техногенными водами.

На рис. 2 показаны источники увлажнения грунтов на аварийном участке, к которым относятся водосточные и канализационные трубы жилого дома, находящегося непосредственно над вывалом.

Другой возможной причиной вывала могло стать нарушение технологии ведения работ, связанное с превышением отставания возведения постоянной отделки от забоя и недостаточная несущая способность временной крепи.

Аналогичная авария произошла 3 марта 2013 г. при сооружении тоннеля № 8а, при которой обрушилось около 200 м³ пород свода на участке, проходимом со стороны южного портала. В результате обрушения произошло оседание участка земной поверхности и вертикальное смещение части фундамента недостроенного трехэтажного дома на величину около 2,5 м (рис. 3).

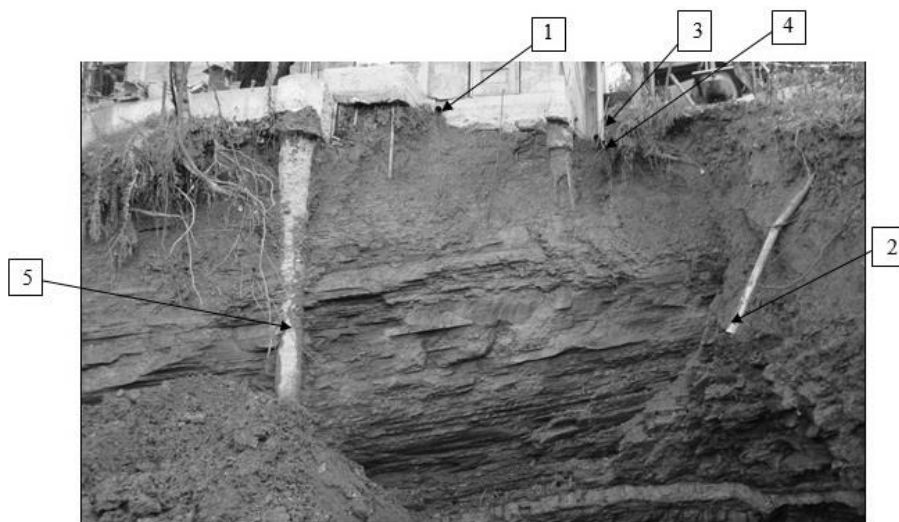


Рисунок 2 – Источники увлажнения грунта вывала:

1 – стальная труба d 100 мм ниже дневной поверхности откоса; 2 – разъединение пластиковой трубы d 100 мм при образовании обвала грунта; 3 – выпуск из стальной трубы d 125 мм; 4 – то же из стальной трубы d 51 мм под дневную поверхность откоса; 5 – буронабивные сваи пристройки жилого строения



Рисунок 3 – Последствия обрушения 3.03.2013 г. в тоннеле №8а

Проведенный мониторинг состояния строительства тоннелей 8 и 8а позволил выявить ряд, как технологических, так и организационных недостатков. Главным из них является несогласованность между подрядчиками, выполнявшими строительство тоннеля и трехэтажного здания непосредственно над осью тоннеля.

Одной из возможных причин аварии являются неучтенные при проектировании тоннеля нагрузки на обделку от веса трехэтажного здания, передаваемого через свайные фундаменты и породы кровли тоннеля. И, наоборот, при проектировании свайных фундаментов здания не было учтено изменение напряженно-деформированного состояния грунтового массива вследствие выемки породы при проходке тоннеля.

Во избежание подобных аварий, необходимо строгое соблюдение следующих мероприятий:

- опережающее упрочнение пород кровли тоннеля, в том числе методами тампонажа и армирования анкерами-инъекторами по аналогии с проходкой горных выработок рудников в условиях неустойчивых пород непосредственной кровли [5];

- ограничение величины заходки с целью снижения площади обнажения пород и возведения временной анкерно-набрызгбетонной крепи, при необходимости – в сочетании с металлической рамной крепью;

- минимально возможное отставание постоянной обделки от забоя, включая бетонирование лотков и банкетов для образования замкнутого железобетонного контура, обладающего высокой несущей способностью;

- качественная система отведения поверхностных вод с участка строительства тоннеля, в том числе с использованием нагорных канав и лотков;

- постоянный мониторинг сдвижения точек земной поверхности непосредственно над тоннелем;

- постоянный маркшейдерский контроль над проектным контуром тоннеля на призабойном участке тоннеля до возведения постоянной обделки;

- мониторинг состояния подпорных стен на припортальных выемках и своевременное усиление несущих конструкций при возникновении предельных деформаций;

- организация дренажа вод из грунтов, слагающих откосы предпортальных выемок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 г. Утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 22.11.08 г. № 1734-р.

2. Федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы России (2010 - 2015 годы)». Утв. Постановлением Правительства РФ от 05.12.2001 № 848 (ред. от 27.09.2012).

3. Программа строительства олимпийских объектов и развития города Сочи как горноклиматического курорта. Утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 29.12.07 г. № 991 (ред. от 01.10.2012).

4. Протокол заседания комиссии по проведению внеплановой проверки ОАО «Корпорация «Трансстрой» по рассмотрению замечаний федерального дорожного агентства («Росавтодор») при строительстве тоннелей 2 и 3 очереди «Дублер Курортного проспекта» в г. Сочи от 13 февраля 2013 г.

5. Прокопов А.Ю., Прокопова М.В., Михалко И.В. Мониторинг состояния массива и опережающее крепление выработок на примере шахт Донского ГОКА ОАО «ТНК Казхром»// Перспективы развития горного дела и подземного строительства. Сб. научн. трудов. Вып 2. – Киев: Підприємство УВОІ «Допомога» УСІ», 2011. – С. 20 – 22.