

С целью повышения надежности и долговечности балочных пролетных строений представляется необходимым:

1. Возродить сборно-монолитную конструкцию балочных пролетных строений и предпочитать устройство монолитных предварительно напряженных железобетонных плит по сборным балкам. Следует отказаться от типовых сборных двутавровых балок с широкой верхней полкой и перейти на новые более эффективные сечения.

2. Рекомендовать для монолитных плит применять модифицированные бетоны нового поколения с повышенными важнейшими показателями долговечности: марка по водонепроницаемости не ниже W8; водопоглощение не больше 4,2% по массе, малая усадка, морозостойкость с маркой не ниже F400, обеспечение требуемой трещиностойкости.

3. Требуется разработка методов расчета конструкций с использованием расчетных схем, учитывающих появление и развитие в процессе эксплуатации дефектов и повреждений различного вида, изменение механических характеристик материалов, воздействий агрессивных эксплуатационных сред и т.п.

4. Для повышения долговечности мостов требуется проведение анализа напряженно-деформированного состояния с учетом стадийности работы конструктивных элементов в составе пространственных систем с учетом характерных особенностей конструктивных решений пролетных строений и дорожной одежды и эксплуатационных факторов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. G.Pastushkov, V.Pastushkov. Durability of reinforced concrete bridges - the major problem of road branch: Proceedings of the International Conference "Construction and Architecture" / Edited by Khroustaliyev B.M. and Leonovich S.N. - Minsk, 2003, pp.322-332.
2. СНиП 2.05.03-84* Мосты и трубы. - М.: Госстрой России, 1998.
3. Мосты и трубы. Проектирование, строительство и приемка в эксплуатацию, 2-я ред. - М.: Госстрой России, 2001.
4. ENV 1991-3 EUROCODE 1 Basis of design and action on structures. Part 3: Traffic loads on bridges. Annex C. Basis of design - supplementary clauses to ENV 1991-1 for road bridges.

УДК 556.332.042

Махато Упендра

ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОПОЛЗНЕВОЙ ТЕРРИТОРИИ САНАТОРИЯ "БЕЛОРУССИЯ"

Территория санатория "Белоруссия" в Мисхоре с тридцатых годов состоит в ведении Белорусской ССР (ныне Республики Беларусь). В связи с этим понятна забота республики об экологической сохранности этого благодатного уголка Южного Берега Крыма.

Площадка санатория расположена на древнем оползне "Горное солнце", исполосованном тремя глетчеровидными современными оползнями покровных отложений и рядом других мелких оползневых очагов, и постоянно нуждается в инженерной защите. Каждый этап ее освоения требовал проведения определенных мероприятий по снижению оползневой опасности. Первоначально, в начале минувшего столетия, при возведении на данной территории зданий эти мероприятия сводились к выбору более или менее устойчивых площадок, устройству подпорных стен на подрезанных склонах и водоотводящих лотков. Примером может служить корпус № 1, построенный в 1915 году.

При воздействии в тридцатые годы корпуса № 4, кроме подпорной стены со стороны склона, в его основании был выполнен горным способом дренажная штольня для перехвата струйного потока оползня № 42. В последующем строительство корпусов и сооружений на территории санатория сопровождалось устройством систем подпорных стен и открытых водоотводящих лотков. Увеличение плотности застройки сопровождалось возрастанием оползневой опасности в силу подрезки склонов и возникновения новых источников увлажнения покровного делювия на самой территории и на более высоких отметках за ее пределами, в частности, за дорогой Ялта — Симеиз. Определенную роль в возрастании оползневой опасности сыграла засыпка оврагов и озерца выше корпуса № 2. Проблематичным остается вопрос о влиянии тектонических трещин и медленных (по разные стороны от них)

подвижек блоков скального ложа. В результате, к настоящему времени сформировались три очага массивированных смещений — оползни № 42, № 43, и № 45, согласно кадастру Крымских оползней, а также ряд локальных очагов. Таким образом, почти все постройки санатория оказались в зонах оползневых деформаций. Особенно сильным подвижкам подверглись корпус № 3 (ныне № 4) и лабораторный корпус, а также хозяйственные и вспомогательные постройки по ходу оползней № 42 и № 43. В последнее время наметились признаки деформаций недавно построенного здания клуба-столовой. Здесь сказалось влияние оползня № 45.

В восьмидесятые годы возникла угроза развития массовых деформаций зданий и сооружений на территории санатория. В связи с таким положением в 1986 году Ялтинским отделом Крымского филиала института "Укрюжгипрокоммунстрой" (ныне ЦНТУ «Инжзащита») был разработан проект инженерной защиты санатория "Белоруссия". В основу первоначального решения положена концепция использования набивных свай большого диаметра в системах одно-, двух- и трехрядных ростверков как подземных надолбов для восприятия оползневого давления. Для обеспечения необходимой сопротивляемости смещающимся покровным массам деловия сваи заделываются в подстилающую невыветрелую скалу на 6...8 метров. С 1987 года началось финансирование этого проекта стоимостью около 4 млн. рублей (в ценах восьмидесятых годов).

Следует отметить, что тенденция преимущественного использования набивных свай как основной меры противооползневой защиты на Южном берегу Крыма и Черноморском побережье Кавказа возобладала в шестидесятые годы. В Крыму и на Кавказе были созданы мощные сваеустроительные организации, вооруженные, главным образом, ударноканатными буровыми станками. Сваи большого диаметра традиционно применяются на оползневых участках дорог для подпорных стен и фундаментов зданий повышенной этажности.

Не отрицая достоинств этого способа стабилизации оползневых склонов, следует отметить и недостатки набивных свай в системе инженерной защиты площадок, а именно:

- большой расход железобетона;
- невыгодная работа свай как консоли на изгиб и срез;
- некачественная заделка свай в скальной породе из-за шлама под пятой;
- несовершенство технологии изготовления ствола свай из-за сбрасывания бетона на значительную глубину (до 20 и более метров);
- выход больших объемов шлама и в связи с этим проблема его захоронения.

Последнее обстоятельство способствует возникновению многочисленных шламохранилищ в балках и оврагах, что чревато образованием новых оползней.

Реализация проекта инженерной защиты территории санатория "Белоруссия" в свайном варианте поставила под угрозу сноса в первую очередь корпуса № 4 (постройки тридцатых годов), вызвала бы уничтожение значительной части уникальных деревьев, возникновение шума от работы механизмов. Кафедра оснований, фундаментов и инженерной геологии БПИ под руководством проф. Соболевского Ю.А. выступила как инициатор и организатор первого опыта применения буроинъекционного крепления покровных оползней в горных местностях. Ялтинский отдел Крымского филиала института "Укрюжгипрокоммунстрой" стал проводником идеи использования постоянных буроинъекционных анкеров в системе инженерной защиты оползневых участков склонов.

Генподрядчиком реализации проекта явился хозрасчетный участок треста № 14 Минстроя БССР (г. Гомель). Субподрядными организациями по выполнению буроинъекционных анкеров и устройству лучевых дрен выступили анкерный участок треста № 15 "Спецстрой" (г. Минск), затем в порядке преемственности харьковский участок СУ-157 Минтрансстроя СССР, а затем фирма «Анкер» (г. Минск).

Территория санатория "Белоруссия" стала полигоном опытно-промышленного освоения постоянных анкеров и лучевых дрен для стабилизации оползневых склонов. Было выполнено порядка 500 анкеров и более 100 горизонтальных лучевых дрен.

Буроинъекционные анкеры в инженерной защите территории санатория "Белоруссия" принесли значительный выигрыш по сравнению со свайным его вариантом, а именно:

- значительно уменьшен расход материалов (металла, цемента и др.) в связи с выгодной работой анкеров на растяжение;
- натяжение анкеров обеспечило контроль качества противооползневых конструкций;
- анкерное закрепление голов буронабивных свай в ростверках увеличило их сопротивляемость оползневому давлению;

- сильно уменьшен выход бурового шлама, уносимого по склону водным потоком;
- снижен уровень шума и его продолжительность;
- сохранена уникальная растительность парковой зоны санатория;
- спасен ряд построек;
- появилась возможность фиксации изменения оползневое давления.

Следует подчеркнуть, что инженерная защита территории санатория "Белоруссия", где применены свайные ростверки, прижимные подпорные стены и сваи в сочетании с буроинъекционным анкерами и лучевыми дренами, может явиться прообразом противооползневых мероприятий для других участков Южного берега Крыма и Черноморского побережья Кавказа.

Перед началом противооползневых мероприятий были изготовлены опытные анкеры и испытаны по программе пробных. При этом анкеры № 1 и № 2 были испытаны соответственно 25 и 26 июля 1988 г., а анкеры № 3 и № 5 - 13 и 14 августа 1988 г. Для испытаний применены натяжной домкрат и насосная станция комплекса "Бауэр" UBM-05 по методике пробных испытаний. Приложение вырывающего усилия осуществлялось ступенями в 50-100 кН (5-10 тс). Перемещения оголовков анкеров измерялись струнным прогибомером 6 ПАО с точностью 0,01 мм. Все рабочие анкеры испытывались по программе приемочных. Перед испытаниями анкеры обжимались начальной нагрузкой 100 кН.

В качестве антикоррозионной защиты рабочих анкеров использованы заполняемые цементным раствором в пределах свободной части гладкие, а по длине корня гофрированные полихлорвиниловые трубки.

Поскольку крепления оползневых склонов буроинъекционными анкерами на Южном берегу Крыма применялись впервые на территории санатория "Белоруссия", контрольные и приемочные их испытания производились сотрудниками кафедры "Основания, фундаменты и инженерная геология" БПИ. Следует отметить, что большинство анкеров из общего количества 500 штук были подвергнуты натяжению порядка 800 кН. При этом перемещения голов анкеров составили от 27 до 53 мм. На рис. 1 показан типичный для санатория "Белоруссия" график натяжения (испытания) рабочего анкера.

По проекту большинство анкеров были заделаны в трещиноватую скалу (преимущественно аргиллиты, реже известняки и песчаники) на 6 метров. Данные испытаний указали на завышенную длину корня по сравнению с прочностью металлических тяг. В последующем в подобных условиях было рекомендовано производить заделку не более 3 метров.

Анкеры, заблокированные при рабочих усилиях 600...560 кН, имеют значительный резерв несущей способности для восприятия нагрузок при увеличении оползневого давления.

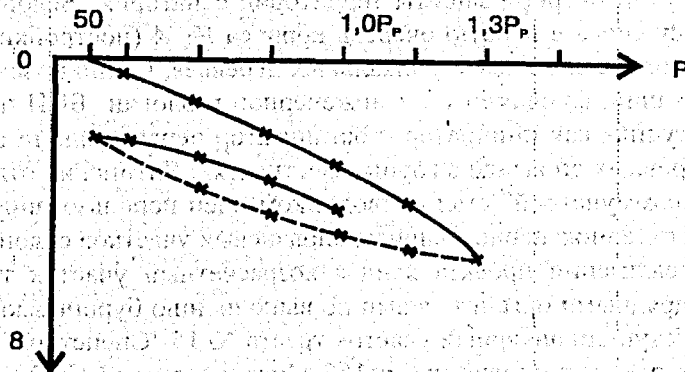


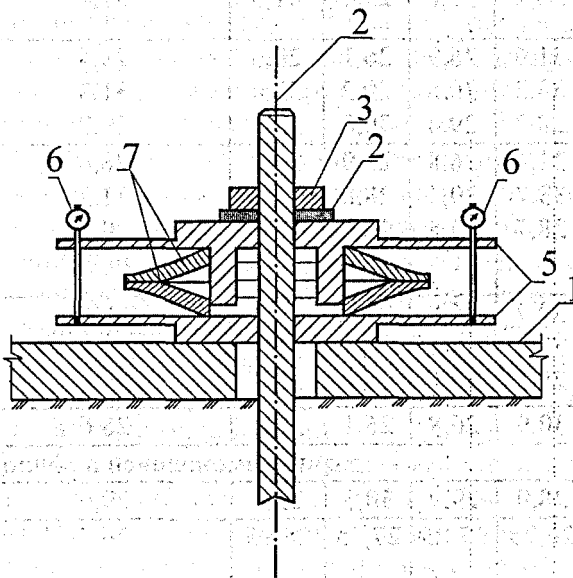
Рисунок 1 — График приемочного испытания анкера

Усилие натяжения анкера остается постоянным при условии взаимного перемещения во времени корня и прижимной подпорной конструкции. При активизации или затухании оползневых деформаций склона эти усилия либо увеличиваются, либо уменьшаются.

Для фиксации изменчивости усилий преднапряжения анкеров во времени за счет возрастания или падения оползневого давления на подпорные стенки можно поступить двояким образом: путем повторного (многократного) натяжения стопорных гаек на головах анкеров или с помощью тарельчатых динамометров с их установкой между упорными шайбами и стопорными гайками (рис. 2). Выбран был второй способ с помощью тарельчатых динамометрических датчиков давления конструкции кафедры "Основания, фундаменты и инженерная геология" БПИ. Эта конструкция включает тол-

столбчатый металлический стакан с подвижной крышкой в виде фланца, входящего внутрь полости стакана. Дно и крышка стакана по центру имеют отверстия для прохождения анкерной тяги.

Тарельчатые динамометры по 8-10 штук размещаются в металлическом стакане, в который входит выступ фланца. Зазор между стенками стакана и крышкой фланца измеряется индикатором часового типа или штангенциркулем с точностью до 0,01 мм. Величина зазора зависит от сжатия тарельчатых динамометров при натяжении анкерной тяги. Предварительная тарировка динамометрического устройства при загрузке анкера ступенчато-возрастающей нагрузкой позволяет затем по данным измерений устанавливать изменчивость усилия преднапряжения в тяге за счет увеличения или падения оползневого давления на подпорную стенку.



1 – подпорная стенка; 2 – тяга анкера; 3 – гайка; 4 – шайба;
5 – опорные плиты; 6 – индикаторы; 7 – тарельчатые пружины

Рисунок 2 – Схема устройства для измерения усилия преднапряжения постоянных анкеров, продольный разрез

Датчики № 1 и № 2 были установлены 22.09.90 г. соответственно на анкерах № 1 и № 10 нижнего яруса крепления ростверка № 9. Датчик № 3 установлен 18.01.91 г. на анкер № 10 нижнего яруса крепления ростверка № 7. Четвертый датчик был установлен 14.06.91 г. на анкер № 10 второго яруса ростверка № 7.

Было осуществлено семь серий измерений усилий в анкерах (таблица):

Результаты измерений свидетельствуют о том, что датчик № 1 за период с 22.09.90 г. по 11.03.91 г. не зафиксировал изменения усилия в анкере № 1 на нижнем ярусе ростверка № 9. Увеличение усилия с 360 до 370 кН в этом анкере выявлено 18.04.91 г.

Для анкера № 10 этого ростверка датчик № 2 зафиксировал падение усилия с 360 до 310 кН. В последующем усилие в анкере возрастало до 345 кН к 18.04.91 г.

Датчиком № 3 за период с 18.01.91 г. по 11.03.91 г. не было выявлено изменения усилия в анкере № 10 нижнего яруса ростверка № 7. Однако с 11.03.91 г. усилие в этом анкере возросло с 360 до 370 кН, а с 18.04.91 г. по 13.09.91 г. оно повысилось до 380 кН.

Следует отметить, что датчики №№ 1, 2 и 4 в процессе облицовки стен были замоноличены. Работоспособным остался только датчик № 3.

Этот эксперимент выявил наличие изменчивости значений оползневого давления.

Таблица – Данные измерений датчиков давления на ростверках № 7 и № 9

Дата измерения	Номер датчика, анкера, ростверка	Зазор между верхом фланца и верхом стакана датчика по измерениям (мм) штангенциркулем в точках					Сжатие пружин датчиком, мм	Усилие в анкере, кН	
		№1	№2	№3	№4	среднее			
22.09.90 г.	1 (1,9)	31,0	26,8	26,2	29,6	28,4	0	360	
	2 (10,9)	33,1	29,8	28,9	31,8	30,9	0	360	
24.10.90 г.	1 (1,9)	30,8	27,1	25,9	29,8	28,4	0	360	
	2 (10,9)	34,4	30,0	29,1	31,9	31,4	0,5	310	
18.01.91 г.	1 (1,9)	31,0	26,9	26,1	29,6	28,4	0	360	
	2 (10,9)	33,3	30,5	29,2	32,0	31,3	0,4	320	
	3 (10,7)	28,7	29,4	30,0	28,6	29,2	0	360	
11.03.91 г.	1 (1,9)	31,0	26,8	25,9	29,7	28,4	0	360	
	2 (10,9)	33,7	30,3	28,8	31,9	31,2	0,3	330	
	3 (10,7)	28,7	29,4	29,9	28,7	29,2	0	360	
18.04.91 г.	1 (1,9)	30,7	26,9	25,9	29,5	28,25	0,15	375	
	2 (10,9)	33,3	29,9	28,8	32,2	31,05	0,15	345	
	3 (10,7)	28,4	29,5	30,0	28,6	29,1	0,1	370	
14.06.91 г.	1 (1,9)	30,9	26,8	26,1	30,7	28,6	-1,2	340	
	2 (10,9)	датчик замоноличен в облицовке стены							
	3 (10,7)	28,9	29,9	30,5	29,1	29,6	-0,4	320	
	4 (10,7) 2 ярус	26,75	27,05	27,95	25,95	26,7	—	—	
13.09.91 г.	1 (1,9)	30,1	23,3	—	30,7	Ячейка для измерений в точке N ₃ замоноличена			
	2 (10,9)	датчик замоноличен в облицовке стены							
	3 (10,9)	28,0	28,8	30,1	29,1	29,0	0,2	380	
	4 (10,7) 2 ярус	датчик замоноличен в облицовке стены							

ВЫВОДЫ

Использование анкерных креплений оказывается энергоресурсосберегающим способом закрепления оползнево-и селеопасных склонов в сравнении со свайным методом.

Анкерный способ закрепления склонов информативнее свайного, т.к. позволяет отслеживать (измерять) изменение оползневого давления.

Экспериментально доказано, что эффективность закрепления склонов анкерным способом не уступает свайному методу, надежность анкерного крепления достаточно высока.

На примере склонов территории санатория "Белоруссия" показана экспериментальная методика комплексирования свайных и анкерных буронабъекционных креплений.