

**УДК 553.061.4+624.131:678.6**

**Пашенко А. А., соискатель** (Украинский государственный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт горной геологии, геомеханики и маркшейдерского дела НАН Украины)

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ ОПОЛЗНЕВОГО МАССИВА МЕТОДОМ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОПОЛЗНЕОПАСНЫЙ ГРУНТ УЧАСТКА СПАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «АЛМАЗНЫЙ» МДЦ «АРТЕК»**

**Приведены данные использования технологии упрочнения оползневой массива методом физико-химического воздействия на оползнеопасный грунт участка спального комплекса «Алмазный» МДЦ «Артек».**

**Use of technology of work-hardening of landslide array by the method of the physical and chemical affecting on landslide soil of area of sleeping complex «Almaznyi» of MDC «Artek».**

**Южный берег Крыма характеризуется значительным многообразием и большой сложностью инженерно-геологических условий и формируются экзогенных геологических процессов.**

Территория МДЦ «Артек» расположена в прибрежной части Югобережного склона, в районе со сложными инженерно-геологическими и структурно-тектоническими условиями. В ее границах так же развиты такие опасные инженерно-геологические процессы, как оползни и эрозия.

Наибольшее распространение имеют оползневые процессы, которые приводят в аварийное состояние здания и сооружения, наносят большой материальный ущерб. Участки активных оползней на территории МДЦ «Артек» отмечены в большинстве лагерей, в том числе и в спальном комплексе «Алмазный» лагеря «Горный».

Дорогостоящие и трудоемкие противооползневые мероприятия, выполненные на участке комплекса «Алмазный», включающие в себя разгрузку склона в голове оползня, сооружение контрфорса в языке оползня, дренажные мероприятия, упорядочение поверхностного стока, строительство удерживающих рядов буронабивных свай, и т.п., временно стабилизировали оползневые процессы, однако в дальнейшем перепланировка территории, в ходе которой были выполнены подрезки оползневой склона, засыпка оврагов, при отсутствии упорядоченного поверхностного стока, явились дополнительными неблагоприятными факторами, вызвавшими активизацию оползневых процессов и снижение устойчивости склона [1].

Нарастание скорости деформаций спального комплекса в последние годы

вызывало необходимость принятия решения руководства МДЦ «Артек» и ООО «ИЭ «Фундаментпроект» в 2010 году о заказе работ у УкрНИМИ НАНУ по защите прилегающей территории спального комплекса «Алмазный» лагеря «Горный» от опасных последствий оползневых процессов.

Размеры оползня «Алмазный» – около 100×30 м, выбранного участка для закрепления – около 40×30 м. Мощность оползня, согласно результатам геофизических исследований, составляет 10-12 м и плоскость скольжения залегает на глубине около 10 м. Накопления современного активного оползня отделены от нижележащих пород выдержанной поверхностью скольжения под углом от 5 до 15°. В разрезе ложе активного оползня имеет корытообразную форму, несколько ассиметричного профиля в верхней части склона. Профиль ложа оползня – волнистый. В верхней части тело оползня сложено суглинками насыпных грунтов, в нижней – глинами верхнечетвертичных накоплений, которые вовлечены в оползневой процесс.

С учетом предоставленных заказчиком работ геологических и геофизических данных, геоморфологических и техногенных особенностей, был выбран физико-химический способ закрепления оползнеопасного участка. Способ основан на замене обменных одновалентных катионов глинистых минералов на ионы химического реагента, что приводит к повышению прочности глины, уменьшению степени размокания ее в воде, увеличению силы сцепления грунта и повышению устойчивости всего массива в целом [2]. Физико-химическое упрочнение неустойчивых глинистых грунтов долговечно и имеет ряд преимуществ, по сравнению с другими способами: простота производства работ; портативность используемого оборудования; малые сроки выполнения работ; возможность упрочнения грунта на любой глубине без проведения специальных земляных мероприятий; малозатратность.

**Для закрепления участка «Алмазный» были использованы «Технология упрочнения оползневого массива методом физико-химического воздействия на оползнеопасный грунт. Методические указания», разработанные в УкрНИМИ НАНУ (г. Донецк) [3].**

Согласно Требованиям по проведению подготовительных работ Методических указаний (МУ) в соответствии с ГОСТ 12071-84 был произведен отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов грунта ненарушенно-го (монолитов) и нарушенного сложений.

Для определения расчетных характеристик физико-механических и показателей грунтов, слагающих основание оползнеопасного склона с применением современных методов и оборудования был выполнен целый комплекс лабораторных исследований физико-механических и физико-химических свойств необработанных и обработанных химическим реагентом образцов грунта, включающий в себя определение: влажности, плотности, пенетрационных характеристик, границ текучести и раскатывания, показателей пористости и проницаемости грунта (коэффициента фильтрации), удельного сцепления, угла внутреннего трения, коэффициента устойчивости [4].

**Анализ полученных результатов исследований доказал** эффективность физико-химической обработки грунта, что позволило принять в качестве химического состава раствор на основе алюмината натрия, который является экологически безопасным, что подтверждает заключение санитарно-эпидемиологической службы Украины.

Следующим этапом был расчет устойчивости участка оползневого склона с учетом наиболее вероятной формы нарушения устойчивости.

Для выполнения расчетов устойчивости склона была составлена расчетная схема образования оползневых смещений, с выделением зон и поверхностей ослабленных механических контактов, размеров оползня, положения и очертания поверхности скольжения с учетом прочностных и деформационных расчетных характеристик пород, слагающих склон.

За основную геодезическую расчетную схему были приняты расчетные сечения, характеризующиеся наиболее неблагоприятным сочетанием различных факторов: высота и крутизна склона; мощность смещающихся масс; расположение слабых прослоек; наклон слоев; уровень грунтовых вод и др.

Расчет устойчивости был сведен к определению коэффициента устойчивости  $K_{уст}$  с помощью метода круглоцилиндрической поверхности скольжения и метода горизонтальных сил Маслова-Берера, а также к сравнению его с требуемой величиной коэффициента запаса устойчивости  $K_{зап}$ , который был принят равным 1,3. По результатам лабораторных испытаний на модели оползня значение коэффициента устойчивости  $K_{уст}$  составило 0,9. В дальнейшем это значение будет использовано при проведении контроля качества работ по закреплению.

При закреплении участка оползня «Алмазный» был применен безнапорный метод введения активных компонентов в оползнеопасный грунт, поскольку этим методом можно закреплять как отдельные участки (как в нашем случае), так и целые массивы оползнеопасного грунта.

До начала работ по бурению скважин были выполнены геодезическая разбивка мест бурения; обозначены и отшурфлены, находящиеся в зоне работы, действующие подземные коммуникации; подготовлена площадка под буровую установку.

Расстояние между скважинами были приняты из условия обеспечения цельности и плотности (допустимой величины удельного водопоглощения и коэффициента фильтрации) и с таким расчетом, чтобы зоны закрепления перекрывались.

Последовательное бурение 3-х скважин на всю глубину закрепляемой зоны диаметром 155 мм, глубиной 10 м и расстоянием между ними в 10 м (рисунк) производилось с помощью установки УГБ-50м.

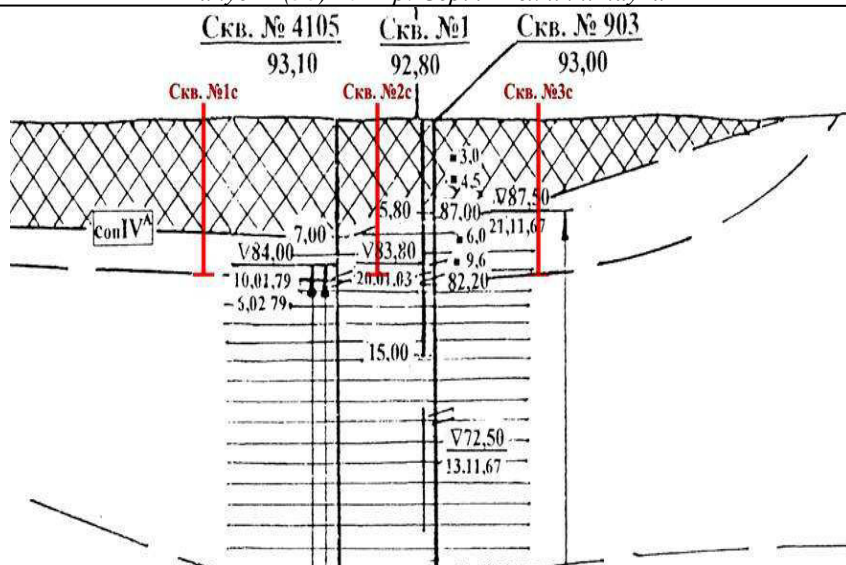


Рисунок. Геологический разрез участка оползня «Алмазный» и схема расположения бурения скважин

Бурение производилось без добавления воды с целью отбора керна для дальнейших лабораторных исследований и более точного определения геологического строения оползнеопасного участка.

С учетом размера скважин и размеров и гидрогеологических особенностей оползнеопасного участка, были определены количество и оптимальная концентрация химического реагента, которые составили 100 л 40% раствора.

Перед началом налива в скважины химического реагента с помощью геологической «хлопушки» и электронного омметра с электродом были проведены замеры уровня накопившейся грунтовой воды, который в среднем составил 5 см.

После чего строго по центру скважин, во избежание попадания реагента на ее стенки, был выполнен налив закрепляющего реагента. Объем реагента для каждой скважины составил около 30 л.

После заливки в скважины закрепляющий раствор естественным путем инфильтруется в грунт и постепенно распространяется в массиве за счет грунтовых вод или вод атмосферных осадков.

По окончанию введения реагента в скважины незамедлительно были произведены замеры уровня налива для дальнейшего расчета скорости инфильтрации реагента. Для замера уровня налива реагента в скважины были также использованы геологическая «хлопушка» и омметр с электродом.

Ежедневно, на протяжении пяти дней производились контрольные замеры глубины всех скважин и уровень налива реагента в них с занесением результатов в журнал.

По окончании контрольных замеров, скважины были ликвидированы путем тампонирования цементным раствором.

В соответствии с Требованиями по выполнению контроля качества работ МУ в 2012 г. будут проверены соответствия характеристик физико-механических свойств закрепленных грунтов, а также однородности их закрепления, проектные формы и размеры закрепленного массива.

Также эффективность стабилизации грунтов участка оползня будет оценена на основании мониторинга за осадками юго-восточного крыла спального корпуса «Алмазный», который регулярно проводится геодезической группой ООО «ИЭ «Фундаментпроект».

Работы по химическому закреплению участка оползня были строго проведены с соблюдением норм и правил техники безопасности и охраны окружающей среды, предусмотренных действующим СНиП по технике безопасности в строительстве.

**На проведенные работы по физико-химическому закреплению участка оползня «Алмазный» от МДЦ «Артек» и ООО «ИЭ «Фундаментпроект» получены соответствующие Акты об использовании «Технологии упрочнения оползневого массива методом физико-химического воздействия на оползнеопасный грунт. Методические указания».**

**1.** Отчет об инженерно-геологических изысканиях для разработки проекта противооползневых мероприятий на территории п/л «Артек» (п/л «Горный, Ленинская линейка» / Фундаментпроект. – Москва, 1979. **2.** Пат. 13982 Україна: E02D 29/02, E02D 17/20. Спосіб зміцнення зсувонебезпечних схилів, що містять глинисті мінерали / А. В. Анциферов, В. О. Канін, О. О. Пашенко, О. В. Пашенко; заявник та патентовласник УкрНДМІ. – № U 2005 11311; заявл. 29.11.2005; опубл. 17.04.2006, Бюл. № 4. – 3 с. **3.** Розробка нових технологій запобігання зсувам на підставі досліджень умов і особливостей фізико-хімічних процесів формування зсувонебезпечних ділянок в Азово-Чорноморському регіоні: звіт про НДР (заключ.) / УкрНДМІ; кер. В. О. Канін. – III-9/06; ДР 0105U007889. – Донецьк, 2010. – 375 с. **4.** Технологія зміцнення зсувного масиву методом фізико-хімічної впливу на зсувонебезпечний грунт. Методичні вказівки. – Затв. УкрНДМІ від 14.12.2010. – Донецьк, 2010. – 63 с.

Рецензент: д.т.н., професор Маланчук З. Р. (НУБГП)