

УДК 624.137

UDC 624.137

**СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ СКЛОНОВ  
ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ОТ  
ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ****METHODS OF PROTECTION AGAINST  
COASTAL LANDSLIDES**

Шадунц Константин Шагенович  
д. геол.-мен. н., профессор  
*Кубанский государственный аграрный  
университет, Краснодар, Россия*

Shadunts Konstantin Shagenovich  
Dr.Sc. (geol.-miner.), professor  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

В статье рассматривается проблема защиты береговой полосы Черного и Азовского морей, анализируется механизм развития подвижек на склонах, обосновывается выбор варианта и места установки различных противооползневых сооружений

This article discusses the problem of protection of coastal areas of the Black and Azov seas. Landslides development mechanism is considered. Reasons for choosing a type and placement location of different landslide structures are given

Ключевые слова: ОПОЛЗЕНЬ, ЗАЩИТА БЕРЕГОВОЙ ПОЛОСЫ, ПРОТИВООПОЛЗНЕВОЕ СООРУЖЕНИЕ, МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ОПОЛЗНЕМ, СТАБИЛИЗАЦИЯ ОПОЛЗНЯ, КОЭФФИЦИЕНТ УСТОЙЧИВОСТИ СКЛОНА, ОСУШЕНИЕ КОНТАКТНОЙ ЗОНЫ, ПОВЫШЕНИЕ УГЛА ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ, ВЕКТОР СМЕЩЕНИЯ ГРУНТА НА ОПОЛЗНЕ

Keywords: LANDSLIDE, PROTECTION OF COASTAL STRIP, LANDSLIDE STRUCTURE, LANDSLIDE STABILIZATION, STABILITY FACTOR OF THE SLOPE, DRAINING THE CONTACT ZONE, INCREASE THE ANGLE OF INTERNAL FRICTION, DISPLACEMENT VECTOR OF SOIL ON LANDSLIDE

Береговые зоны Азовского и Черного морей являются основной областью отдыха населения бывшего СССР. Как правило, коренные породы здесь прикрыты глинистыми грунтами. Стремление разместиться ближе к воде способствовало строительству зданий и сооружений на прибрежных склонах.

Побережья морей в пределах Краснодарского края в последние годы активно осваивают российские и зарубежные фирмы, размещая на них не рекреационные объекты, а различные терминалы, представляющие существенную опасность для экологии. Строительство меняет гидрологию участков, нарушает устойчивость природного равновесия.

Анализируя аспекты проблемы защиты береговой полосы Черного и Азовского морей в пределах Краснодарского края, необходимо особое внимание обратить на устойчивость прибрежных склонов. Оползневые процессы распространены повсеместно. Причины их активизации можно

разделить на две группы: 1. Естественные; 2. Техногенные.

Денудационные явления, связанные с абразией - увеличением энергии рельефа характерны для черноморского побережья. На берегах Азовского моря обрушение лёссовых уступов связано с изменением солености воды, уменьшением слоя ракуши, ускоренным размывом пляжей.

Как свидетельствует практика, различные конструкции противооползневых сооружений преследуют две основные цели: создают упоры, препятствующие движению грунтов, и дренируют грунт, повышая внутренне трение. Мы постарались, разрабатывая новые конструкции, совместить обе цели [1]. В глинистых грунтах на склонах после засушливого периода возникает сеть трещин усадки, которые готовят поверхность скольжения. В дождливый период поверхностные воды заполняют трещины, создавая так называемый градиентный слой между подвижным и неподвижным грунтом, смазку, переносящую пассивный грунт - пригрузку вниз по склону. На пути движения стоит поставить сооружения, которые не только создадут упоры и будут осушать грунт, но обеспечат стеснение движения, зажав осушенный грунт оползня между наклонными стенками [2].

Можно добиться осушения контактной зоны и повышения угла внутреннего трения, выполнив дренажные сооружения бестраншейным способом. Учитывая сложность работы землеройной техники на склонах, особенно при глубоких оползнях и большой крутизне склонов, используем новый способ устройства дренажей. В конце прошлого века разрабатывались радиоуправляемые пневмопробойники, а сейчас есть возможность прокладывать трубы (скважины), направляя их вдоль контактной зоны [3]. Если заполнить скважину пористым фильтрующим бетоном, то ряд таких устройств не только будет осушать зону сдвига, но и за счет большого угла внутреннего трения существенно повысит

коэффициент устойчивости склона. Угол внутреннего трения в контактной зоне приближается к нулю. Коэффициент трения  $\operatorname{tg} 1^\circ = 0,0175$ . Если заполнить скважину фильтрующим бетоном, то  $\operatorname{tg} 30^\circ = 0,5774$ , т.е. в 33 раза больше. Примем, что при применении машины МНБ-50 [3] удастся на площади 0,2 м<sup>2</sup> в контактной слое повысить угол внутреннего трения. Тогда для повышения коэффициента устойчивости склона до 1,2 расстояние между скважинами, заполненными фильтрующим бетоном, будет  $L/6$ , где  $L$  - ширина оползневого тела.

Выбор методов борьбы с оползнями должен опираться на хорошее понимание их особенностей. В первую очередь это плановые показатели, т.е. геометрия и основные направления (векторы) подвижек земляных масс на склонах.

Так, грушевидные в плане оползни характерны концентрацией смещения по главной продольной оси, куда с боков движутся блоки, суммируя сдвигающие усилия. Оползни, имеющие значительные размеры, характерны плоскопараллельным движением. Различные части этих образований в большинстве случаев имеют разную скорость смещения и за одно и то же время проходят разные пути. Поэтому их поверхность часто бугристая, имеющая возвышения и западины, собирающие осадки. Важно разобраться в механизме подвижек и ясно представлять, в каком состоянии находятся смещающиеся массы.

В ряде случаев приходится заниматься стабилизацией сложных многоярусных оползней, претерпевших смещение в разные периоды с различной мощностью движущихся масс. При выборе глубины заложения необходимо, чтобы заземление противооползневых сооружений выполнялось с учетом состояния грунта и возможности подвижек. Расчеты с учетом пространственности позволяют рассматривать работу стабилизирующих мероприятий не по сечениям, а в общем, по объекту, понимая, что закрепленные участки удерживают от смещения соседние,

изменяя коэффициент устойчивости всего склона.

Анализ механизма большинства случаев развития подвижек на склонах свидетельствует, что в сформировавшихся оползнях можно условно выделить три зоны. В головной части, где происходит отрыв блоков, имеет место смещение по контакту. В средней - в результате разрушения структуры существенно увеличивается толщина градиентного жидкообразного слоя между смещающимися массами и ложем оползня. Здесь блоки дробятся, претерпевают повороты, движутся с различной скоростью. В языковой части по мере увлажнения и все большего дробления блоков движение приближается к течению вязкопластической среды. Геодезические наблюдения за смещением реперов позволяют получать картину векторов подвижек [4]. Выбор мест расположения сооружений должен основываться не только на характере эпюры оползневых давлений, но и отражать состояние удерживаемых масс грунта. Бесспорно разумное сочетание дренажных и удерживающих мероприятий. Устройство выше зоны отрыва нагорных канав предотвращает попадание поверхностных вод, однако стоило бы перехватить струйное течение верховодки в приповерхностной зоне, впитавшей выше по склону влагу, системой, включающей траншейные и вертикальные дренажи.

Рационально удерживать блоки в голове оползня шпонами, работающими на срез [5]. Они сравнительно дешевы и не мешают планировочным работам при рекультивации нарушенных подвижками территорий.

В средней части могут быть использованы ряды буронабивных свай с балочными ростверками. Здесь нет смысла ставить на сваях подпорные стены, т.к. напользание грунта на препятствие, как правило, не происходит.

В языке, где расстановку препятствий во многом определяет возможность продавливания между ними водонасыщенного грунта,

наиболее рационально строительство подпорных стен, создающих условия для образования контрбанкетов из осушенного грунта.

Если рассматривать векторы смещения грунта на оползнях, то в зависимости от плана оползня и механизма его образования оползневые массы будут сдвигаться по своим траекториям, не обязательно совпадающим с направлением движения оползня. Удерживающие сооружения лучше работают, если они ориентированы навстречу смещениям грунта. Поэтому предлагается [6] противооползневое сооружение, включающее ряды свай, объединенных ростверком и заделанных нижними концами в устойчивые грунты, отличающееся тем, что сваи, выполненные буроинъекционными и наклонными, сгруппированы по три и расположены по ребрам пирамид так, что одна из треугольных плоскостей, образованная каждой группой свай, обращена навстречу смещающемуся грунту и подкреплена подкосом, причем такие плоскости соседних треугольников пересекаются в нижней трети.

Буроинъекционные сваи могут быть использованы как дополнительные стволы к основным буронабивным сваям. Предлагается свая [7], включающая объединенные вертикальные и наклонные стволы, имеющие арматурные каркасы, отличающаяся тем, что в качестве вертикального ствола использована буронабивная свая, а в качестве наклонных стволов - буроинъекционные, причем арматурные каркасы наклонных стволов в верхних частях приварены к отогнутым стержням вертикального ствола. Таким образом, при различном направлении движения частей оползня можно расположить наклонные стволы навстречу движению грунта, увеличив устойчивость основных стволов.

Если расставить сооружения так, чтобы грунт оползневого тела был зажат между стенками, а стенки выполнять из буронабивных свай, то нужно так расставлять сваи, чтобы не происходило продавливание грунта в промежутки между ними. Предлагается противооползневое сооружение

[8], включающее вертикальные стены, заделанные в подстилающее оползень основание, расположенные вдоль, оползня с уменьшением расстояния между смежными стенами в направлении к нижней границе оползня, отличающееся тем, что вертикальные стены образованы свайными рядами в форме складок с шагом, обеспечивающим непродавливание грунта между сваями, причем складки ориентированы вершиной угла навстречу смещающемуся грунту, а ростверки соседних открылков складок соединены поперечными балками.

Сооружение [9] может быть использовано на оползнях большой протяженности. Противооползневое сооружение включает буронабивные сваи, защемленные в несмещающихся слоях склона и удерживаемые анкерными устройствами. Для обеспечения устойчивости нижней части оползня к оголовкам буронабивных свай прикреплены наклонные тяжи, пробуренные веером ниже по склону анкерных устройств, расположенных на разных уровнях в теле оползня. Технический результат состоит в обеспечении снижения трудозатрат и материалоемкости при возведении противооползневого сооружения и повышении устойчивости оползневого массива большой протяженности.

Таким образом, при выборе конструкций противооползневых сооружений, а также их местоположения на склоне необходимо учитывать состояние грунта в месте предполагаемого устройства сооружений и направление движения смещающихся масс грунта.

### **Литература**

1. Шадунц К.Ш. Противооползневые сооружения. Городские агломерации на оползневых территориях. Часть II. Волгоград, 2005, с. 129-134.
2. Шадунц К.Ш. Патент РФ № 2236509. Описание изобретения. Б.И. № 26, 2005.
3. Бестраншейные технологии. МЕМПЭКС. Беларусь, Минск. Представительство РФ г. С.-Петербург, пр. Стачек, 47, тел./факс 8124585078.
4. Тер-Степанян. Геодезические методы изучения динамики оползней. М., Недра, 1979.
5. Шадунц К.Ш. Авторское свидетельство № 1337482. Б.И. № 34, 1987.
6. Шадунц К.Ш. и др. Патент РФ № 2269626. Б.И. № 4, 2006. Противооползневое сооружение.

7. Шадунц К.Ш., Подтелков Р. В. Свая. Патент РФ № 2303103. Б.И. № 20, 2007.
8. Шадунц К.Ш. и др. Противооползневое сооружение. Патент РФ № 2272105. Б.И. № 8, 2006.
9. Шадунц К.Ш. и др. Противооползневое сооружение. Патент РФ № 2276232. Б.И. № 13,2006.