

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ
УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ, УКРЕПЛЯЕМЫХ
ПОСЕВОМ ТРАВ

Практика показывает, что в ряде случаев достаточно эффективным и общедоступным способом крепления откосов осушительных каналов является создание на их поверхностях защитного покрова одерновкой или залужением многолетними травами [3, 4]. Дернина предохраняет откосы от размыва при выпадении атмосферных осадков и таянии снега, от переувлажнения и пересыхания, а также до определенного предела воспринимает растягивающие усилия при механических воздействиях. Помимо этого, дернина является фильтром, сдерживающим вынос мелких частиц выклинивающимися грунтовыми потоками. Однако одерновка откосов требует значительных затрат ручного труда.

В Литовской ССР широко применяется залужение откосов мелиоративных каналов засевом многолетними травами. Откосы одерновываются только там, где необходимо обеспечить устойчивость непосредственно после производства работ (в подошве откосов, у гидротехнических сооружений, на участках с большими скоростями воды в каналах и т.д.). Путем засева многолетними травами крепится около 40% всей площади откосов каналов.

Главным недостатком этого способа является то, что в первый год после посева трав поверхность откоса неустойчива. После интенсивных дождей и паводков со свежезасеянных откосов смывается слой грунта с семенами и удобрением, что особенно характерно для песчаных грунтов, пылеватых суглинков и супесей. Чтобы избежать этого, используются различные стабилизирующие вещества: битумы, латекс синтетического каучука, смолы, которые на поверхности откоса образуют пленку, защищающую грунт и семена от смыва в начальной стадии роста трав. Однако эффективность этих средств и область их применения недостаточно изучены.

Целью наших исследований являлось повышение крепления засеянных откосов путем их стабилизации битумными эмульсиями и латексом синтетического каучука. Одновременно проводились работы по установлению оптимального количества и

состава семян, толщины растительного слоя грунта по поверхности откоса.

Исследования велись на специально отведенных производственно-опытных участках каналов и насыпей в песчаных и суглинистых грунтах в Литовской ССР и Амурской области на Дальнем Востоке. Для укрепления поверхностей засеянных откосов использовались медленно и быстрораспадающиеся эмульсии, полученные на основе битума марки БНД-П с эмульгаторами из сульфитно-спиртовой барды и сульфатного мыла, а также латекс синтетического каучука СКС-65П, Концентрация битумных эмульсий составляла от 10 до 50%, а латекса синтетического каучука - от 3 до 15%.

Засев откосов производился присыпкой растительного грунта слоем 2-3 см, перемешанного с семенами трав и удобрениями. В состав трав входили тимофеевка, овсяница красная и луговая, райграс многолетний, мятлик луговой и др.

Эффективность отдельных вариантов оценивалась с точки зрения их стойкости против эрозии, величины размывающих скоростей, всхожести и роста трав, а также прочности выращиваемого дерна на разрыв. Интенсивность эрозии откосов определялась взвешиванием высушенных продуктов смыва, собранных в лотках у подошвы канала. Размывающие скорости измерялись в гидравлическом лотке при затопленной струе воды, выходящей из коноидального насадка диаметром 50 мм.

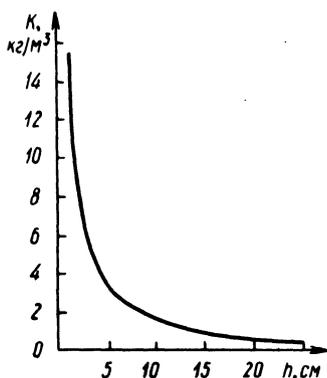


Рис. 1. Распределение массы корней на откосе насыпи по глубине.

Местную устойчивость откоса можно установить, зная устойчивость его верхнего слоя. На рис. 1 показано распределение корневой системы трав на откосе насыпи через год после его укрепления посевом. Как видно, основная масса ($\frac{2}{3}$) корней располагается на глубине до 3-4 см. Поэтому

главное внимание было обращено на исследование верхнего слоя дерна.

Исследования [2] показали, что в песчаных грунтах имеет место довольно значительная эрозия. В первый год после посева трав ее интенсивность составляла 4,5 кг грунта с 1 м² поверхности откоса. В то же время с откоса, укрепленного 25%-ной битумной эмульсией в количестве 2 л/м², было смыто лишь 0,15 кг/м² грунта, т.е. в 30 раз меньше. Эрозия откосов особенно возрастает во время интенсивных ливней. В следующем году, когда проявилось защитное действие трав, эрозия откосов была незначительной.

Установлено, что концентрация битумной эмульсии не оказывает заметного влияния на эрозию откосов. Например, при использовании битумной эмульсии 10%-ной концентрации эрозия откосов в течение года составила 0,18 кг/м², а при концентрации 50%—0,23 кг/м². В обоих случаях на поверхность откосов было нанесено одинаковое количество чистого битума.

Укрепление откоса латексом синтетического каучука также повышает его устойчивость против эрозии. На песчаном грунте, обработанном латексом 10%-ной концентрации в количестве 2 л/м², эрозия в течение года составила 0,26 кг/м².

При определении размывающих скоростей для образцов был выявлен характер влияния концентрации и количества вяжущего, нанесенного на укрепляемую поверхность [1, 2]. Установлено, что размывающая скорость увеличивается, когда при меньшей концентрации наносится больше чистого битума. Например, при количестве чистого битума 0,75 кг/м², когда концентрация составила 50%, размывающая скорость была равна 0,93 м/с, а при концентрации 37 и 21% — соответственно 1,51 и 1,75 м/с.

Укрепление поверхности грунта латексом синтетического каучука также способствует увеличению устойчивости откоса против размыва. Однако в этом случае при высыхании образуется больше трещин, чем на битумной пленке, поэтому поток воды быстрее разрушает грунт. Исследования показали, что битумная эмульсия и латекс не препятствуют появлению всходов. Из-под битумной пленки они пробиваются даже на 3–5 дней раньше, чем на контрольных участках.

На производственно-опытных участках проводились измерения температуры и влажности подсыпанного растительного грунта. Установлено, что в солнечные дни летнего времени температура грунта откосов южной экспозиции, укрепленных

битумной эмульсией на глубине 2 - 3 см, на 3 - 6°С выше, чем на контрольных участках. Это объясняется тем, что откосы с битумной пленкой имеют более темный цвет и прогреваются лучше, чем контрольные участки.

На откосе южной экспозиции с битумной пленкой была зарегистрирована максимальная температура грунта (32,9°С). При такой температуре и недостаточной влажности рост трав ухудшается. Измерения показали, что влажность растительного грунта на откосах под битумной пленкой на 5 - 10% выше, чем на контрольных участках. Это указывает на то, что пленка, уменьшая испарение, способствует задержанию влаги.

При попадании в воду битумной эмульсии и латекса меняется ее цвет, увеличивается биохимическое потребление кислорода, т.е. происходит загрязнение водоема. Поэтому применение этих веществ без защитных мероприятий должно ограничиваться откосами насыпей. При использовании эмульсии на каналах необходимо заранее крепить нижнюю часть откоса одерновкой шириной 0,5 - 1 м в виде оградительной полосы.

Подсыпанный на откос растительный грунт вначале слабо связывается с его поверхностью. Затем прорастающие травы образуют корневую систему, которая достаточно прочно сцепляет подсыпку с откосом и способствует увеличению его сопротивления размыву. На рис. 2 показаны значения ско-

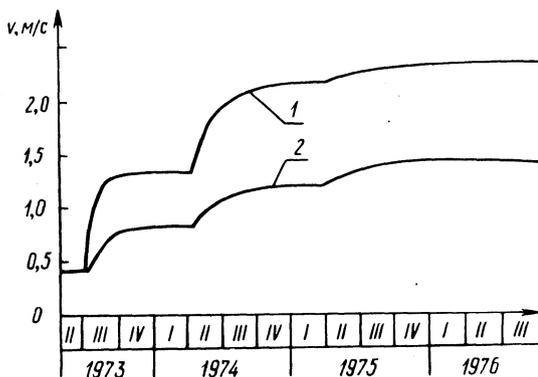


Рис. 2. Размывающие скорости канала: 1 - откос северной экспозиции; 2 - то же южной.

ростей размыва образцов, взятых из канала № 7 в колхозе "Пажанга" Каунасского района. Откосы канала были укреплены механизированным способом смесью из растительного грунта, семян трав и удобрений.

Как видно, размывающие скорости воды для откосов северной и южной экспозиции резко отличаются друг от друга, хо-

тя оба откоса урешлены в одно и то же время и одинаковыми составами трав. Из-за сухой и жаркой погоды часть побегов на откосе южной экспозиции погибла, что привело к снижению размывающих скоростей в последующие годы, т.е. к уменьшению сопротивления против этого фактора. Наибольший прирост сопротивления размыву зафиксирован в первые два года после засева, когда на откосе северной экспозиции размывающая скорость увеличилась на 0,8 м/с, а на откосе южной экспозиции на 0,3 - 0,4 м/с. На третий год размывающие скорости для откоса северной экспозиции превышали 2,2 м/с, а для откоса южной экспозиции - 1,3 м/с. Такие размывающие скорости определены и на откосах старых каналов.

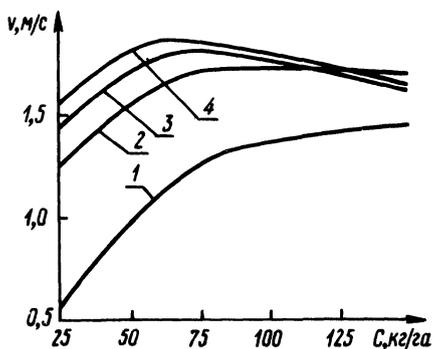


Рис. 3. Зависимость размывающих скоростей от количества семян трав: 1 - возраст два месяца; 2 - один год; 3 - два года; 4 - три года.

Исследовалось влияние количества высеванных семян на размывающие скорости откосов и прочность дерна с учетом времени после посева трав. На рис. 3 показаны размывающие скорости для образцов, взятых с откосов каналов после их засева семенами тимофеевки луговой в количестве от 25 до 150 кг/га. Увеличение количества семян значительно повышает размывающую скорость (V) для грунта в фазе прорастания и кушения трав. Например, через два месяца после посева трав при количестве семян 50 кг/га $V = 0,93$ м/с, а при 150 кг/га $V = 1,33$ м/с. В последующие годы увеличение размывающей скорости наблюдалось только на участках, где было засеяно семян до 75 кг/га, а на остальных участках скорость не повышалась или стала уменьшаться.

Установлено, что на густо засеянных участках надземная часть трав, а следовательно, и их корневая система развивались замедленно, что и привело к меньшему сопротивлению размыва, т.е. к уменьшению размывающей скорости воды для грунта. Аналогичная картина наблюдалась и в случае посева

трав пяти сортов, когда определялось сопротивление размыву верхнего трехсантиметрового слоя дерна. Максимальное сопротивление размыву получено при посеве 80 кг/га семян (рис. 4). Наиболее устойчивыми к размыву оказались участки, закрепленные следующими видами многолетних трав: мятликом луговым, овсяницей и многолетним райграсом.

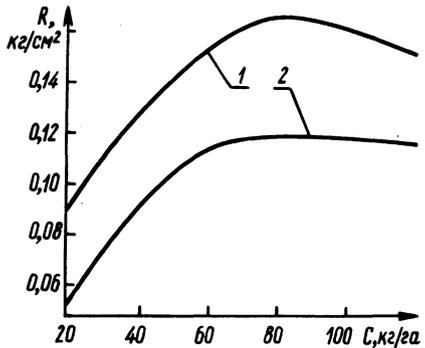


Рис. 4. Прочность дерна разрыву в зависимости от количества семян трав: 1 - возраст один год; 2 - два года.

Проведены также исследования по определению прочности дернины на разрыв в зависимости от толщины подсыпки растительного слоя и продолжительности затопления откосов паводковыми водами или во время шлюзования. При этом установлено, что прочность дерна, выращенного на откосах каналов, с увеличением толщины растительного слоя возрастает. Например, через два года после посева трав при толщине растительного слоя 3 см дернина имела прочность на разрыв $103,5 \text{ г/см}^2$. При 6-сантиметровом растительном слое прочность на разрыв верхнего 3-сантиметрового слоя дерна составляла $141, \text{ г/см}^2$.

После затопления откосов паводковыми водами и при шлюзовании прочность дерна на разрыв уменьшалась. Прочность падала с увеличением продолжительности нахождения дерна под водой. Например, прочность однолетнего дерна на разрыв после затопления его в течение 15 суток упала с 87 до $3,2 \text{ г/см}^3$. Дерн, имевший мощную корневую систему, сохраняет в значительной мере свою прочность и при более длительном затоплении.

Резюме. Поверхностное закрепление свежесезонных откосов эмульсиями из битума и латекса синтетического каучука способствует прорастанию и развитию трав и обеспечивает устойчивость грунта против эрозии.

Максимальные прочность дернины на разрыв и размывающая скорость воды достигается при норме посева семян травосмеси в 70-80 кг/га. Прочность дерна на откосах и соответственно размывающая скорость возрастают в течение первых двух-трех лет. Далее они остаются почти неизменными.

Л и т е р а т у р а

1. Григалюнас Р.Ю. Использование эмульсий для крепления откосов. - В сб.: Тезисы докл. XIII науч. конф. ЛитНИИГиМ. Вильнюс, 1972.
2. Григалюнас Р.Ю., Недзинкас Ю., Степонавичюс А. Технология механизированного залужения откосов с использованием битумных эмульсий. Вильнюс, 1976.
3. Соболевский Ю.А. Водонасыщенные откосы и основания. Минск, 1975.
4. Устойчивость фильтрующих откосов. Сб.ст. Минск, 1969.