

STANISŁAW MORAWSKI, JAN MICHALSKI

Skuteczna metoda utrwalania stromych zboczy nasypów

Эффективный метод закрепления крутых склонов

Effective technique of the stabilization of steep slopes of banks

Przy rekultywacji nieżytków przemysłowych występują najczęściej dwa rodzaje elementów ukształtowania powierzchni: płaszczyzny poziome (wierzchowiny zwałów, spągi wyrobisk) i pochyłe (skarpy lub zbocza). Tylko dawniejsze zwały, sypane dla oszczędności miejsca w formie wysokich stożków lub masywnych grobli, są pozbawione partii poziomych, wyróżniają się za to wysokimi i prawie zawsze stromymi zboczami.

Głównym obiektem rekultywacji i zagospodarowania są zwykle wierzchowiny i spągi, natomiast rekultywacja stoków jest podporządkowana pierwszemu zadaniu i ma na celu ich utrwalenie na niszczące działanie erozji wodnej i wietrznej. W porównaniu z powierzchniami poziomymi rekultywacja stoków stanowi zwykle poważny problem techniczny. Można przyjąć, że trudności utrwalania stoków rosną z wysokością zwałów (lub głębokością wyrobisk), wielkością kąta nachylenia stoku i zawartością w gruncie sypkiego drobnoziarnistego materiału. Te same czynniki zwiększają również podatność stoków na działanie erozji wietrznej powodującej zapylenie środowiska. Sposoby utrwalania stoków mogą być techniczne, biologiczne lub kombinowane. Wybór sposobu jest zależny od warunków lokalnych. W układach przeciętnych pożądanym i na ogół wystarczającym sposobem umocnienia stoku jest jego zadarnienie.

Do niedawna dość powszechne pokrywanie skarp darnią zdejmowaną z sąsiednich powierzchni zadarnionych, z uwagi na dużą pracochłonność i znaczne koszty tego sposobu, ustąpiło miejsca obsiewaniu roślinności darniowej. Z kolei obsiewy stromych stoków bywają często zawodne z powodu trudności równomiernego rozrzutu nasion na pochyłościach oraz splukiwania nasion przez deszcze. Zapobiegawcze przykrywanie obsianych pochyłości materiałami organicznymi, np. słomą, na większych powierzchniach nie zdało egzaminu.

W ostatnich latach rozpowszechniła się metoda zadarniania stoków przy zastosowaniu emulsji asfaltowych używanych w budownictwie. Emulsja asfaltowa jest zawiesiną asfaltu w wodzie. Zawartość wagowa wody w emulsji handlowej, zależnie od rodzaju asfaltu, wynosi od 36 do prawie 50%. Rozcieńczona wodą emulsja łatwo może być rozprowadzona po powierzchni metodą natryskową i wtedy tworzy cienką powłokę ochronną.

Dla otrzymania niektórych emulsji niezbędny jest emulgator — środek zapewniający trwałość zawiesiny. Przy produkcji emulsji asfaltowych rolę emulgatora spełniają substancje czynne powierzchniowo, jak mydła kwasów tłuszczowych, żywicznych i naftenowych, sulfonowe oleje oraz wiele innych substancji przeważnie syntetycznych (4).

Mechanizm działania emulgatora wiąże się z jego dysocjacją elektrolityczną w czasie rozpuszczania go w wodzie. W wyniku dysocjacji jedne jony emulgatora o właściwościach hydrofobowych przyciągnięte przez cząstki asfaltu tworzą na nich otoczkę ochronną, obdarzając je ładunkami elektrostatycznymi o określonym znaku, inne jony ze znakiem przeciwnym są hydrofilne i pozostają w fazie wodnej. Zemulgowane cząstki asfaltu jako naładowane jednoimiennie wzajemnie się odpychają, zapewniając tym samym trwałość emulsji. W zależności od tego, czy jony hydrofobowe mają ładunki dodatnie (kationy) czy ujemne (aniony), emulgatory, a pośrednio i emulsje, mogą być kationowo lub anionowo czynne. W kraju mamy wiele zakładów chemicznych, które w ramach produkcji ubocznej produkują emulsje asfaltowe, przy czym skład ich, a zwłaszcza rodzaj zastosowanych emulgatorów, stanowią przeważnie tajemnicę producenta.

Duże doświadczenie w zakresie utrwalania sztucznych stoków ma Przedsiębiorstwo Robót Inżynierskich Przemysłu Węglowego w Katowicach. Specjalizuje się ono w budownictwie linii kolejowych dla resortu górnictwa i w związku z tym zajmuje się również umacnianiem skarp na nasypach i w przekopach kolejowych. W ciągu wielu lat wypróbowano różne metody zadarniania skarp, jak pokrywanie ich kawałkami darni oraz różne sposoby obsiewu i osłony zasiewów (m. in. matami ze słomy, słomą ciętą itp.). W ostatnich latach z powodzeniem stosuje się obsiewy pod osłoną z emulsji asfaltowych. Emulsje te po zetknięciu z gruntem mineralnym wnikają na głębokość 3—4 mm i zlepiając ziarna gleby, tworzą zwartą powłokę ochronną. Chroni ona nasiona przed splukaniem, zmniejsza parowanie wody z gleby i tym samym stwarza dla kiełkujących roślin korzystny mikroklimat oraz przejściowo zapobiega erozji wietrznej.

Utrwalenie stoku tą metodą składa się z dwóch operacji: wysiewu mieszanki nawozów mineralnych i nasion oraz oprysku powierzchni emulsją.

Nawożenie i obsiew. Warunki gruntowe nasypów i wykopów kolejowych wyróżniają się dużą zmiennością. Wspólną ich cechą bywa niedobór związków organicznych i mineralnych oraz brak toksyczności. Do nawożenia stosuje się gotowe mieszanki nawozowe w rodzaju „Azofoski“, która oprócz podstawowych składników NPK, zawiera dodatek Mg w postaci siarczanowej oraz mikroelementy B, Mn, Cu, Zn, Co. Dawka tej mieszanki wynosi 40—80 g/m².

Skład mieszanki nasion dostosowuje się w miarę możliwości do rodzaju gruntu. Wobec jednak dużej zmienności występujących utworów zachodzi potrzeba stosowania mieszanek roślin o szerszym wachlarzu wymagań. Przykładem może być następujący skład:

		%
komonica rożkowa	— <i>Lotus corniculatus</i>	7
koniczyna czerwona	— <i>Trifolium pratense</i>	8
kostrzewa czerwona	— <i>Festuca rubra</i>	10
kostrzewa łąkowa	— <i>Festuca pratensis</i>	26
kupkówka pospolita	— <i>Dactylis glomerata</i>	7

lucerna siewna	— <i>Medicago sativa</i>	7
rajgras angielski	— <i>Lolium perenne</i>	10
rajgras włoski	— <i>Lolium multiflorum</i>	11
tymotka łąkowa	— <i>Phleum pratense</i>	3
stokłosa bezostna	— <i>Bromus inermis</i>	3
wiechlina łąkowa	— <i>Poa pratensis</i>	8
	razem	100

Norma siewna mieszanki nasion wynosi 10—20 g/m².

Wysiew obu mieszanek — nawozowej i nasiennej — wykonuje się jednocześnie. W tym celu krótko przed siewem obie mieszanki dokładnie miesza się ze sobą, zachowując podane proporcje. Wysiew mieszanki przeprowadza się ręcznie z dwukrotnym zagrabieniem powierzchni.

Stwierdzono bardzo korzystny wpływ na roślinność darniową łubinu wieloletniego (*Lupinus polyphyllus*), toteż ostatnio domieszka tego gatunku stała się regułą. Wysiewa się go oddzielnie pełnym rzutem w ilości 1 g/m² (50—60 ziaren) albo w rowki poprzeczne odległe od siebie 1,5—2,0 m (po 10—15 ziaren na 1 mb). Nasiona łubinu i innych roślin motylkowych przed siewem zaprawia się Nitraginą — preparatem zawierającym kultury bakterii brodawkowych. Po wysiewie nawozów i nasion opryskuje się obsianą powierzchnię rozcieńczoną emulsją.

Oprysk emulsją. W handlu spotyka się wiele preparatów emulsji asfaltowych. Są one przeznaczone głównie do celów budowlanych jako środek zabezpieczający przed korozją części metalowych, a zwłaszcza konstrukcji stalowych. Przydatność emulsji do biologicznego utrwalania stoków nie jest dostatecznie poznana, stąd zagadnienie to wymaga pełniejszego zbadania. Emulsje te powinny odznaczać się: dostateczną przyczepnością w warunkach gruntowych, możliwością rozcieńczania wodą, odpowiednim stopniem dyspersji i trwałości, a ponadto muszą być wolne od substancji fitotoksycznych lub zawierać je w nieszkodliwych stężeniach. Wymagają wyjaśnienia np. zastrzeżenia dotyczące stosowania do obudowy biologicznej emulsji smołowych lub zawierających domieszkę smoły jako substancji szkodliwej dla roślin. Powinien być zbadany wpływ odczynu emulsji na proces kiełkowania nasion. Większość emulsji asfaltowych ma odczyn od słabo do silnie kwaśnego, a niektóre preparaty mają pH poniżej 4,0.

PRInż-PW w swej praktyce stosuje emulsję asfaltową kationowo aktywną Sosnowieckich Zakładów Tektury i Papy lub „Emizol“ — produkt Pruszkowskich Zakładów Materiałów Izolacyjnych.

„Emizol“ wykazuje nieco większą trwałość, ustępuje jednak preparatowi sosnowieckiemu pod innymi względami: jest trudniej rozcieńczalny, zawiera domieszkę substancji smołowych, ma przykry zapach, a poza tym większa ziarnistość emulsji powoduje częste zatykanie przewodów w agregacie skrapiaarki, co pociąga potrzebę każdorazowego przepłukiwania jej benzyną. Wygodniejszą w użyciu okazała się emulsja sosnowiecka.

Emulsje handlowe rozcieńcza się do oprysku, możliwie czystą wodą, w stosunku 1 : 1, uzyskując w ten sposób roztwór 25 %.

Oprysk przeprowadza się za pomocą kołowych skrapiaerek zaopatrzonych w węże gumowe. Zamocowane są one na beczkowie zawierającym rozcieńczoną emulsję i działają pod ciśnieniem. Natrysk może być wykonany również grawitacyjnie, jeżeli istnieje możliwość wjechania z beczkowiecem

na koronę skarpy. Zużycie emulsji wynosi 0,25—0,5 l/m². Mniejsze ilości nie zapewniają pełnego oprysku powierzchni, ilości zaś większe powodują niepotrzebne straty cieczy oraz powstawanie w dolnych partiach stoku nacieków asfaltu.

Emulsja „krzepnie“ przy suchej pogodzie w ciągu kilku minut i odtąd staje się odporna na działanie wody deszczowej. Oprysk można jednak wykonywać z powodzeniem podczas drobnych opadów lub mgły. Wytworzona powłoka ochronna nie stwarza dla kiełkujących roślin poważniejszej przeszkody, gdyż wschody pojawiają się w normalnym czasie i szybko się rozwijają. Już w ciągu paru tygodni powstaje dość równomierna darń, rzadsza w pierwszym roku, bardziej zwarta w następnym sezonie.

W okresie wiosennym 1972 r. metodę tę zastosowano również do utrwalania zwału elektrownianego. Zwał ten zbudowany z popiołów lotnych stał się źródłem silnego zanieczyszczenia otaczającego rejonu. Powstała konieczność zabezpieczenia zwału przed erozją wietrzną. Do obsiewu zwału przygotowano wiele zestawów traw z domieszką gorczycy polnej (*Sinapis arvensis*), nostrzyka białego (*Melilotus albus*) i koniczyny białej (*Trifolium repens*). Do użyźnienia podłoża popiołowego użyto mieszanki azotowo-fosforowej bez potasu, którego zawartość w popiele była wystarczająca. Oprysk wykonano 25% emulsją „Emizol“ w ilości 0,5 l/m². Już po wykonaniu oprysku erozja w znacznym stopniu została opanowana, w ciągu zaś następnych paru tygodni zarówno szczyt jak i zbocza zwału okryły się bujną runią, która przejęła rolę czynnika przeciwozyjnego. Nadspodziewanie pomyślnie wypadły w pierwszym roku nostrzyk i gorczyca. Ta ostatnia w połowie lata osiągnęła wysokość 30—40 cm i weszła w okres pełnego kwitnienia stwarzając przez wiele tygodni dostateczną okrywę dla zwału, w drugiej zaś połowie lata gęstą i trwałą darń wytworzył z kolei nostrzyk. Wzrost innych roślin okazał się słabszy. Jednakże i u nich (zwłaszcza u traw) wyraźnie zaznaczył się korzystny wpływ emulsji w formie powstania równomiernej pokrywy.

Pomyślnie wyniki zadarniania stoków, z użyciem jako środka pomocniczego emulsji asfaltowej, pozwalają przypuszczać, iż metoda ta znajdzie szersze zastosowanie w rekultywacji stromych zboczy zwałów, zwłaszcza w przypadkach, gdy ich zadrzewienie nie jest celowe lub możliwe.

LITERATURA

1. Vogel G. — Sandflugsicherung abgelagerter Bodenmassen durch Bitumen. „Bitumen“, nr 4, 1966, s. 114—116.
2. Bielfeld H., Taubner K. — Wirtschaftliche Verfahren zur Befestigung von Böschungsflächen. „Bitumen“, nr 4, 1966, s. 116—118.
3. Pečenik A., Rojek Z. — Nowy sposób umacniania skarp drogowych. „Drogownictwo“, R. XXIII, listopad 1968, s. 276—278.
4. Lipp J., Tatarek S. — Emulsje bitumiczne dla potrzeb budownictwa. „Ochrona przed korozją“, 1969, nr 7, s. 155—162 i nr 8, s. 188—192.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 25 września 1972 r.

Краткое содержание

Самой важной технической проблемой при освоении территорий после промышленной эксплуатации, чаще всего является предохранение от эрозии склонов отвалов и откосов выработок.

В последние годы для защиты посевов смесей дернины применяются используемые в строительстве асфальтовые эмульсии. Эти эмульсии разбавленные водой, методом опрыскивания покрывают поверхность. В несколько минут после опрыскивания грунта создаётся на нём тонкий слой защитного значения.

Высеянные до этого семена находят благоприятные условия для прорастания, тогда как защитный слой в переходный период защищает от эрозии.

С полным успехом описанный метод был приспособлен также для закрепления сил пылящего отвала электростанции.

Нормы использования материалов на 1 м²: минеральные удобрения 40—80 г, семена 10—20 г., асфальтовая эмульсия — разбавленная (25%) — 0,25—0,5 л.

Summary

The protection against erosion of dump and excavation slopes poses most frequently the most serious problem in the recultivation of post-industrial areas.

Asphalt emulsions used in building industry are in recent years applied in the protection of crops of sod mixtures. The emulsions diluted in water may be sprayed on a surface. Several minutes after spraying of ground thin protective coating is formed on it. Seeds sown previously find favourable conditions for germination, while the protective coating prevents erosion during this transient period. This technique was also successfully adapted to the consolidation of heavily dusting power plant dump. Material consumption standards per 1 m² amount to: commercial mineral fertilizers 40—80 g, seeds 10—20 g, diluted (25%) asphalt emulsion — 0.25—0.5 l.