

ВОДНАЯ ЭРОЗИЯ НА БУРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ АМУРО-ЗЕЙСКОГО ПЛАТО

А. П. КОВАЛЬЧУК

Для обеспечения устойчивых урожаев, наряду с другими мероприятиями, необходимо вести систематическую борьбу с водной и ветровой эрозией почв.

Наши исследования проводились в Цигиринском совхозе Благовещенского района Амурской области в полевой сезон 1967 г. (май — октябрь). Было исследовано 10 профилей склонов, заложено 137 почвенных разрезов с описанием почв. В 8 точках были заложены опыты по определению коэффициента фильтрации, а также отбору проб на влажность, объемный вес, механический и химический состав почвы. Во время ливневых дождей измеряли расходы воды и определяли ее мутность. Химический и механический анализ почвы проведен в химической лаборатории Амурской экспедиции Дальгипроводхоз под руководством автора.

При исследованиях применяли следующие методы.

Для определения степени смывости почв — сравнительный (исторический) метод. Сущность его заключается в том, что сравниваются два почвенных профиля с одинаковым почвообразователем, залегающих в одинаковых условиях влажности и местоположения на склоне: один из них закладывается на смывтой почве, другой — на почве, не подвергающейся смыву.

Количественная оценка процессов водной эрозии почв проводилась методом С. С. Соболева — путем закладки системы узких (2 м) и длинных (100—150 м) учетных площадок поперек склона.

Образцы почв по химическому и механическому составу брали из середины генетических горизонтов. Коэффициент фильтрации определяли в метровой толще по генетическим горизонтам прибором ПВН. Образцы на влажность отобраны в метровом слое через 10 см.

Объемный вес определен на каждом генетическом горизонте.

Смывость почвы определена по следующим критериям: смыто до $1/4$ мощности гумусового горизонта — слабосмывтая; $>1/4 < 1/2$ — среднесмывтая; $< 1/2$ — сильносмывтая.

Анализ образцов почв производили по следующей методике. Механический анализ — по способу Робинсона в модификации Качинского, гумус — по Тюрину, фосфор — по Чирикову, калий — по Пейве, РН — пламенным фотометром, гидролитическая кислотность и сумма поглощенных оснований — по Каппену. Агрегатный состав — по мето-

ду Саввинова. Скорости потока измерены вертушкой Ж-3. Мутность воды определена путем двухкратной фильтрации воды: сжигания фильтра в муфельной печи и взвешивания.

Немалую роль в ускорении процессов водной эрозии почв играют уничтожение растительности, распашка склонов, усиленная пастьба скота и т. д. Важное место в развитии этих процессов принадлежит природным условиям: геологии, рельефу, климату, свойствам почв, растительному покрову.

Почвенно-географическая характеристика участка

Геология. В. З. Скороход (1941) описывает территорию советского Дальнего Востока как сильно эродированную и весьма сложную горную страну. Район исследований характеризуется отложениями третичного комплекса — галечники, пески, глины. Сопrotивляемость к размыву почво-грунтов на исследуемом участке довольно низка. Это подтверждается большой расчлененностью территории овражной сетью. На площади 200 га насчитывается 53 действующих оврага, глубиной от 1 до 8,5 м. Протяженность оврагов колеблется в пределах 10—500 м.

Рельеф оказывает значительное влияние на интенсивность водной эрозии почв.

В развитии процессов водной эрозии почв важную роль играют геоморфологические особенности склонов: степень наклона, строение профиля, длина и относительная высота под местным базисом эрозии. Исследованные нами склоны можно разделить на три типа: 1) пологонаклонные; 2) выпуклые; 3) сложные, с резкими переломами рельефа. Уклон склонов колеблется в пределах 34—125%. Длина их — от 75 до 500 м, с превышением под местным базисом эрозии от 8 до 25 м. Склоны сложены мягкими породами и легко размываются.

На коротких склонах (75—100 м) преобладает плоскостная и линейная эрозия почв с глубиной промоин до 0,5 м. На склонах длиной более 250 м, как правило, действуют овраги глубиной от 1 до 8,5 м. Максимумы размывов приходятся на среднюю треть склонов.

Климат исследуемого участка характерен для Амурской области, формируется под воздействием как океанических, так и континентальных факторов и поэтому отличается резко выраженными чертами континентальности, имея муссонный характер. Среднегодовая температура воздуха составляет 0°.

Один из основных климатических факторов, с точки зрения развития процессов водной эрозии почв, — осадки. Среднегодовое количество их составляет 584 мм. Эта величина может колебаться от 335 мм (1921 г.) до 888 мм (1928 г.). Осадки выпадают в основном в теплое время года, благодаря интенсивной циклонической деятельности. Наибольшее количество их (62% годовой нормы) приходится на июль — август. По нашим наблюдениям, процессы водной эрозии почв достигают максимума именно в этот период. Максимальное количество осадков, выпавших за сутки, составляет 122 мм (1928 г.).

Немаловажный фактор ускорения процессов эрозии — интенсивность осадков. В исследуемом районе она довольно высока — 2 мм/мин. (средняя из максимальных). Максимальная величина интенсивности — 4,5 мм/мин. Вероятность формирования склонового стока при интенсивности 2—4,5 мм/мин. очень высока.

В зимнее время осадков выпадает 5—7% годовой нормы. Мощ-

ность снежного покрова не превышает 25 см. Во время таяния снега наблюдается довольно интенсивный смыв почвенного материала.

Поверхностный сток. Постоянно действующих водотоков на исследуемом участке нет. Во время ливневых дождей сток дождевых вод происходит по действующим оврагам, микропонижениям, открытым бороздам вдоль склона, а также кюветам полевых дорог.

По данным ресурсов поверхностных вод СССР, коэффициент стока составляет 0,19. По нашему мнению, эта величина занижена. Корректировка коэффициента стока проводилась по наблюдениям за водно-физическими свойствами почв и по наблюдениям за стоком во время ливневых дождей. Дождь интенсивностью 1,48 мм/мин. и выпавший слоем 35 мм дал сток 19 мм с площади 2,6 га (коэффициент стока 0,54) при незначительной предварительной увлажненности. Скорости потока превышали вторую критическую скорость, то есть были вполне достаточны для влечения и отрыва почвенных частиц.

Почвы играют существенную роль в развитии эрозионных процессов. На исследуемом участке доминировала бурая лесная почва.

По нашим наблюдениям, не только на Амуро-Зейском плато, но и на Зейско-Бурейской равнине на бурых лесных и луговых бурых почвах процессы водной эрозии наиболее развиты. Вероятно, такое положение связано с тем, что эти типы почв приурочены к верхним и средним третям склонов, характеризующимся значительными уклонами. Вырубка лесов и использование освобожденных площадей под пашню идет в основном за счет бурых лесных почв.

Подверженные смыву бурые лесные и луговые бурые почвы бедны гумусом (2—4%) в пахотном горизонте. Водопрочность этих почв невысока.

Нами поставлен следующий опыт. На высоте 10 см от дневной поверхности был укреплен бачок емкостью 1 л, заполненный водой, с выходным отверстием 4 мм. После пуска струи воды (в течение 25 сек.) были замерены водороины на бурых лесных, бурых луговых, луговых глееватых, дерново-луговых почвах. Получены следующие результаты.

На бурых лесных почвах глубина водоройны: горизонт A_n — 46 мм, B_1 — 6 мм, B_2 — 11 мм.

На бурых луговых: горизонт A_q — 0 мм, A без дернины — 5 мм, B_1 — 27 мм, B_2 — 14 мм.

На луговых глееватых: горизонт A_n — 4 мм, B_1 — 1 мм, B_2 — 0 мм.

На дерново-луговых: горизонт A_1 — 0 мм, B_1 — 1 мм, B_2 — 0 мм.

На бурых лесных почвах было заложено 7 точек по определению их водно-физических свойств. Значения удельного веса колеблются в пределах 2,55 — 2,67 г/куб. см, что для такого типа почв несколько завышено. Это объясняется степенью смытости почв. Г. А. Чиремиснинов (1968) указывает, что такие значения удельного веса характерны для средне- и сильносмытых почв.

Объемный вес почвы изменяется аналогично: чем больше степень смытости, тем больше бывает величина объемного веса (1,13—1,55 г/куб. см).

По нашим наблюдениям, такая закономерность прослеживается не везде. Так, на Большом склоне, где смыв почвенного материала составляет 63,6 т/га в год, объемный вес — 1,55 г/куб. см, а на склоне з лесу, где смыв 3603 т/га, объемный вес — 1,13 г/куб. см. Такое явление можно объяснить различными стадиями процесса водной эрозии

почв на этих склонах. На Большом склоне доминирующая стадия — плоскостная и струйчатая эрозия, а на склоне в лесу — овражная.

Поскольку скважность — функция удельного и объемного весов, то, естественно, чем больше степень смывости почв, тем меньше ее величина. На сильносмывтых почвах она составляет 40%, на слабосмывтых — 56%.

Водопроницаемость — одно из важнейших свойств почв, определяющих ее водный режим. Она зависит от многих факторов: пористости, механического и химического состава, структуры почвы, степени смывости. На пашне Большого склона (средне эродирован) коэффициент фильтрации составляет 2 мм/мин., на водоразделе этого склона, где почвы не подвержены размывам, — 3,8 мм/мин., на конусе выноса у подножия этого склона коэффициент фильтрации — 8,8 мм/мин. Приводим сведения о физико-механических свойствах почвенных разновидностей и количества смытого почвенного материала уклонов по разрезам (с № 2 по № 30):

	№ 2	№ 12	№ 13	№ 16	№ 19	№ 30
Удельный вес, г/куб. см	2,55	2,65	2,66	2,56	2,67	2,58
Объемный вес, г/куб. см	1,13	1,55	1,47	1,52	1,57	1,33
Прозрачность	56	42	45	40,6	42	48,4
Механический состав, %						
/ 0,005—0,001	5,48	4,69	0,5	6,45	4,3	9,27
0,001	16,62	10,85	22,8	21,57	13,02	11,26
Физическая глина, 0,01 мм	30,3	19,47	32	38,86	27,88	29,94
Содержание водопрочных агрегатов, %	52,86	60,82	50,98	39,7	59,4	72,52
Коэффициент фильтрации, мм/мин.	1,92	2	3,82	2	2,56	0,8
Смыв почвенного материала, т/га в год	3603	63,6	63,6	334,2	1036	128
Подстилаящая поверхность						
(р.—редколесье, п.—пашня)	р.	п.	п.	п.	п.	р.
Уклон, % ₀₀	60	43	43	34	52	41

Наши исследования показали, что смытые почвы отличаются невысоким запасом влаги. Естественная влажность в метровом слое не превышает 35%, в то время как на почвах, не подверженных эрозии и находящихся в аналогичных условиях, она достигает 50%.

На сильносмывтых почвах запас влаги в метровом слое составляет 148,4 мм, на среднесмывтых — 159,8 мм, на слабосмывтых — 172,4 мм.

По глубине профиля влажность распределяется следующим образом: как правило, на поверхности она бывает наименьшей, а максимума достигает на глубине 20—40 см. Замечена такая закономерность: чем больше смыва почва, тем меньше процент ее водопрочных агрегатов. На слабосмывтых почвах он равняется 70%, на сильносмывтых — 35%.

Растительность — один из важнейших противоэрозионных факторов. На исследуемом участке, распаханном на 90%, это злаково-разнотравная и древесно-кустарниковая растительность, а также посевы пшеницы. На пологих склонах с бурой лесной почвой расположены злаково-разнотравные луга. Они представлены двумя геоботаническими группами. Доминируют разнотравье (60%), субдоминат — злаковые (40%). Злаковые представлены мятликом луговым и манником тонконогим. Разнотравье — лапчаткой гусиной, геранью Власова, валерианой, звездчаткой, викой, мышиным горошком. Травостой этих лугов невысокий, средней густоты, урожайностью 8—9 ц/га. Под лугами размывы незначительны, глубина промоин — 0,1—0,4 м.

Дубово-березово-осиновое мелколесье приурочено к оврагам и ниж-

ней части склонов. Под ними формируются бурые лесные почвы. Преобладающей породой является дуб монгольский, высотой 8—10 м.

Там, где лес насажен после начала размывов, овраги продолжают расти, хотя интенсивность роста незначительна. Нами замечено, что при уклонах 100‰ по скотопрогонным дорожкам в лесу развились овраги глубиной до 3 м. На уклонах 35—60‰ размывов в лесу не обнаружено.

Типы и формы проявления водной эрозии почв

При трактовке эрозии почв нам кажется наиболее приемлемым определение акад. Л. И. Просолова: «Под общим понятием эрозии почвы разумеются разнообразные и широко распространенные явления разрушения и сноса почв и рыхлых пород потоками воды и ветра».

На исследованном нами участке наблюдаются следующие типы современной эрозии почв: 1) плоскостная (наружная), 2) внутрпочвенная (суффозия), 3) линейная (овражная), 4) струйчатая (ручейковая). Все эти типы водной эрозии почв имеют ускоренный антропогенный характер. К ускоренному, а в иных местах и катастрофическому смыву и размыву привело нерациональное использование участка человеком. Все овраги образовались по открытым бороздам, кюветам полевых дорог (которых на участке четыре), скотопрогонным дорожкам, случайным бороздам и выбоинам. Исследуемый участок используется под пашню с 1958 г. За 10 лет его территория стала непригодной для использования под пашню и посевы.

Плоскостная эрозия почв на исследуемом участке наблюдается на пологих частях склонов (с уклоном 15—20‰), без видимых микропонижений, где вода стекает равномерным слоем незначительной толщины. Здесь чахлая растительность, более ярко-бурый цвет почвы. Химический анализ почвы показал, что они наиболее бедны гумусом (в иных случаях его вообще нет). Средняя величина содержания гумуса на почвах, подверженных плоскостному смыву, составляет: горизонт A_1 — 3,9% (поверхн.), B_1 — 0,9% (30—40 см); P_2O_5 — горизонты A_1 — 8,4, B_1 — 1,15; K_2O — горизонты A_1 — 10, B — 8; Ph — горизонты A_1 — 5,1, B_1 — 4,26; гидролитическая кислотность A_1 — 3,5, B_1 — 2,3; сумма поглощенных оснований A_1 — 7,4, B_1 — 3,1; степень насыщенности основаниями A_1 — 67,9%, B_1 — 57,4%.

На участках склонов, где верхний гумусовый горизонт совершенно смыт, усвояемость (в мг на 100 г почвы) P_2O_5 — 2,2, K_2O — 5; гидролитическая кислотность — 1,9; сумма поглощенных оснований — 1,7; степень насыщенности основаниями — 42,2%.

Механический состав почв, подверженных плоскостной эрозии, меняется в зависимости от степени смытости. На среднесмытых почвах физические глины составляют 19,47%, на почвах, не подверженных смыву, — 61,12%; на сильносмытых почвах — 1,91% (см. таблицу). Чем больше степень смытости почвы, тем больше величина фракции физического песка.

По нашим наблюдениям, величина смыва почвенного покрова на почвах, подверженных плоскостной эрозии, составляет 63,6 т/га год.

Струйчатая (ручейковая) эрозия. Обычная форма ее проявления на исследуемом участке — ручейковые размывы глубиной до 0,5—0,6 м, направленные вниз по склону. Сеть размывов на участке весьма густа и обычно приурочена к коротким склонам (не более 150 м), с уклонами 80—125‰.

На более длинных склонах (200—400 м) ручейковые размывы при-

урочены к средней трети склонов, и растущие овраги являются как бы их продолжением. Кое-где сеть размыгов настолько густа, что трудно найти место, не подверженное размывам. Обычно это пашня вдоль склона на переломах рельефа.

На почвах, подверженных интенсивным ручейковым размывам, коэффициент фильтрации имеет наименьшее значение (1,1 мм/мин.). Степень насыщенности основаниями — 64,6%.

Количество смытого почвенного материала на участках, подверженных струйчатой эрозии почв, гораздо больше, чем на участках, подверженных плоскостной эрозии, и составляет 128 т/га год.

Овражная эрозия наблюдается обычно там, где не принимают мер борьбы против струйчатой эрозии в ее начальный период.

На исследуемом участке рост овражной сети принял катастрофический характер. Только четыре оврага выносят в год более 20 000 т почвенного материала. За наблюдаемый нами дождь, выпавший слоем 35 мм, большинство оврагов выросло на 0,5—0,6 м.

На Дальнем Востоке наблюдаются четыре основных очага формирования эрозионных рытвин, со временем перерастающих в овраг: 1) пахотные борозды; 2) дорожные колени, 3) придорожные канавы, 4) естественные микропонижения. На исследуемом участке главную роль в оврагообразовании играют первые две формы искусственного микро-рельефа.

Из двух способов образования оврагов — поступательного и регрессивного — на участке исследования доминирует первый. Изученные овраги характеризуются меандрирующим руслом, отвесными стенками обвального характера. В головной части оврагов суффозионные процессы, увеличивающие вероятность обвалов.

Нам удалось установить, что в примерно одинаковых условиях длина оврага, находящегося в первой фазе развития (интенсивно растущего с обвальным характером склонов — В. П. Лидов, 1954), тем больше, чем обширнее площадь водосбора в точке роста данного оврага. Чем уже ширина водосбора и круче склоны оврага, тем глубже его врез и интенсивнее рост. На склоне в лесу при уклоне водосбора 300% врез оврага достигает 8,5 м (максимальный на участке). Количество выносимого почвенного материала зависит от фазы развития оврага, длины его и площади водосбора. По нашим наблюдениям, эта величина на исследуемом участке колеблется в пределах 334—360 т/га год.

ВЫВОДЫ

1. Водная эрозия почв развивается ускоренными темпами там, где при распашке не учитывают геоморфологических особенностей рельефа, пренебрегают противоэрозионными агротехническими мероприятиями, которые необходимо соблюдать, начиная с уклонов $0^{\circ}30'—1^{\circ}$.

2. Судя по химическому составу почв, самый большой вред урожайности сельскохозяйственных культур приносит плоскостная эрозия почв.

3. Максимальные размывы происходят при уклонах более 50%.

4. Интенсивность роста оврагов — более 3 м в год, что по существующей классификации позволяет определить их как быстрорастущие.

5. Чем обширнее площадь водосбора, примыкающая к точке роста оврага, тем больше расход воды, формирующийся на этой площади, тем интенсивнее рост оврагов.