

Внутрипочвенный мерзлотный экран как фактор формирования поверхностного стока талых вод

А. С. ЧУМБАЕВ

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН
630099 Новосибирск, ул. Советская, 18*

АННОТАЦИЯ

Определены особенности гидротермического режима черноземов Предсалаирья в холодный период гидрологического года, заключающиеся в том, что независимо от типа весенней погоды формируется мерзлотный экран, препятствующий миграции талых вод в глубь профиля и вызывающий поверхностный сток.

В Западной Сибири эрозия почв развита почти повсеместно, но интенсивнее всего процессы смыва проявляются в наиболее расчлененной юго-восточной части, где распространены черноземы. Исследованиями А. Д. Орлова [1, 2], С. Р. Ковалевой [3], А. А. Танасиенко [4, 5], А. Ф. Путилина [6] установлено, что развитию эрозионных процессов на этой территории способствуют прежде всего природные условия: особенности рельефа, неравномерное распределение осадков в течение года, сильное и глубокое промерзание почв в зимний период, препятствующее инфильтрации талых вод весной.

Цель настоящих исследований – определение влияния гидротермического режима черноземов склоновых поверхностей Предсалаирья на формирование поверхностного стока талых вод.

Изучение гидротермического режима почв проводилось в период с 1999 по 2004 г. в центральной части Предсалаирской денудационно-аккумулятивной равнины в пределах Буготакского мелкосопочника. Территория отличается: общей приподнятостью (200–330 м), довольно сильным горизонтальным (0,4–2,5 км/км²) и вертикальным (до 120 м) рас-

членением рельефа, практически полным отсутствием ровных водораздельных пространств, длинными (до 2 км) и крутыми (3–9°) склонами увалов.

Объектами исследований были неэродированные и эродированные черноземы, сформированные на лессовидных суглинках. Эти почвы, по классификации В. Н. Димо [7], относятся к холодным длительно-промерзающим.

В формировании поверхностного стока талых вод ведущую роль играет сезонно-мерзлотный режим исследуемых черноземов, который включает: скорость промерзания и разморзания профиля, глубину проникновения и длительность пребывания отрицательных температур на различных глубинах, мощность сезонно-мерзлотного слоя и т. д. [8].

В ходе исследований установлено, что сезонно-мерзлотный режим почв Предсалаирья зависит от ряда основных факторов: температуры воздуха в начале и в течение холодного периода, времени установления постоянного снежного покрова, влажности почвы в предзимье.

Холодный период гидрологического года в Западной Сибири начинается в первой по-

ловине ноября. Выпадающие в сентябре – октябре осадки полностью впитываются почвой. Начало периода характеризуется положительной дневной, но уже отрицательной ночной температурами воздуха. Иногда установлению снежного покрова предшествует погода с отрицательными дневными и ночными температурами воздуха и небольшим количеством осадков. В таком случае снежный покров устанавливается на уже промерзшую на 20–40 см почву.

Г. П. Калинин и Т. Т. Макарова [9] установили, что при влажности почв более 20 % все мерзлые грунты, независимо от их гранулометрического состава, практически являются водонепроницаемыми. Исследования показали, что уже в декабре чернозем выщелоченный сильносмытый промерзал до глубины 60 см, а несмытый, в связи с тем, что содержал больше влаги в поверхностном слое, промерзал лишь на глубину 15–20 см.

Именно в начале холодного периода, в первые месяцы промерзания почвы происходит формирование мерзлотного экрана в почве.

В январе, феврале и марте идет дальнейшее промерзание почвы. В этот временной отрезок выпадает различное количество твердых атмосферных осадков, и к концу марта или началу апреля мощность снежного покрова достигает максимума.

Анализ статистических данных по количеству атмосферных осадков, выпавших в течение 1935–2000 гг. на территории Предсалаирья [10, 11], показал, что здесь в холодный период года выпадает от 60 до 170 мм твердых осадков. А. А. Танасиенко [5] выделил пять типов зим по снежности: очень ма-

лоснежные, малоснежные, нормальные, многоснежные, очень многоснежные. Наименьшей повторяемостью на исследуемой территории отличаются малоснежные годы, а больше всего было очень многоснежных зим.

Проанализировав статистические данные по количеству твердых атмосферных осадков, выпадающих в холодный период за последние 65 лет на территории Предсалаирья, можно прийти к выводу, что снежный покров не всегда является естественной защитой от воздействия низких отрицательных температур воздуха на почвенный профиль. Согласно данным таблицы, наибольшая глубина промерзания черноземов Предсалаирья наблюдается именно в многоснежные годы. Мощность промерзшей толщи в эти годы почти на 50 см больше, чем в очень малоснежные, когда мощность снежного покрова минимальна.

Причиной столь неадекватного формирования мерзлой толщи в многоснежные годы служит мизерное количество атмосферных осадков в начале холодного периода гидрологического года (ноябрь – декабрь), относительно сухой с осени почвенный профиль, что позволяет отрицательным температурам беспрепятственно проникать в глубь черноземов. Существенные атмосферные осадки, укрывающие черноземы в конце декабря и в январе, уже не выполняют своей защитной роли, и отрицательные температуры по инерции охватывают весь почвенный профиль чернозема, вплоть до материнской почвообразующей породы.

Уплотнение снега начинается примерно в третьей декаде марта под действием солнечной радиации при отрицательной среднесуточной, но уже положительной дневной тем-

Глубина промерзания черноземов Предсалаирья в различные по снежности гидрологические годы, ГМС Тогучин (1936–1995, 1998–2004 гг.)*

Характеристика холодного периода гидрологического года	<i>n</i>	Средняя температура воздуха за холодный период, °С	Осадки, мм	Глубина промерзания, см
Очень малоснежные	12	–12,1	69,7	166,4
Малоснежные	10	–13,6	83,9	198,5
Нормальные	13	–13,4	99,4	162,4
Многоснежные	11	–13,5	115	221,8
Очень многоснежные	20	–14,5	147	157,6

П р и м е ч а н и е. *Составлено по [10, 11]. *n* – количество повторностей.

пературе воздуха. Исследуемые холодные периоды характеризовались только как очень многоснежные. Запасы воды в снеге фиксировались от 126 до 175 мм. В годы наших наблюдений глубина промерзания черноземов к началу снеготаяния варьировала от 30 см в несмытых до 150 см в профиле сильносмытых, что вполне согласуется с предыдущими исследованиями [1, 3].

Таяние снежного покрова, как правило, начинается в первой половине апреля. В зависимости от погодных условий скорость его различна. При адвективном типе погоды, характеризующемся пасмурной и ветреной погодой и невысокими температурами воздуха, таяние снежного покрова не такое интенсивное, как при радиационном. Согласно исследованиям А. Ф. Путилина [6], а также нашим наблюдениям, при адвективном типе погоды процесс сублимации преобладает над таянием. В итоге формирующийся поверхностный сток талых вод на склоновых поверхностях минимален. В дальнейшем пахотный слой почв, освободившихся от снега, прогревается, а так как приток влаги с поверхностным стоком отсутствует, влага начинает испаряться из почвы. Поэтому к концу снеготаяния почвенный профиль уже испытывает дефицит влаги.

При радиационном же типе, особенно на склонах южной экспозиции, происходит быстрое таяние снега с большой водоотдачей и формированием интенсивного стока талых вод. Одновременно с оттаиванием почвы с поверхности происходят увлажнение пахотного слоя и движение влаги в глубь профиля. В связи с тем, что температура воздуха еще не высока, прогревается только пахотный слой. Глубже располагается слой мерзлой почвы (температура от 0 до -2 °С), так называемый мерзлотный экран, препятствующий продвижению положительных температур и влаги в глубь профиля чернозема (рис. 1).

Нашими исследованиями установлено, что в течение 1999–2004 гг. мерзлотный экран находился в черноземах на глубине 20–60 см каждую весну, независимо от типа снеготаяния. Наличие мерзлотного экрана подтверждают и данные о влажности почвы в период снеготаяния. Процесс просачивания талой воды при наличии в подпахотном слое мерз-

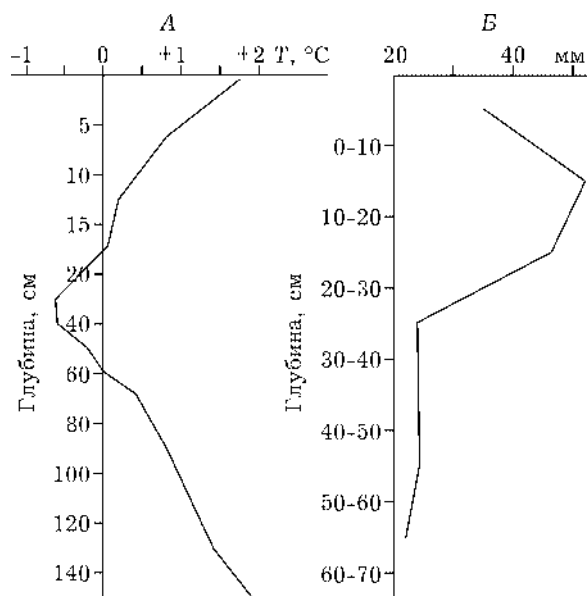


Рис. 1. Кривые распределения температуры (А) и влаги (Б) в профиле чернозема выщелоченного сильносмытого в первые дни снеготаяния.

лотного экрана происходит следующим образом. Днем, когда идет таяние снега, талая вода попадает на поверхность почвы, просачиваясь в крупные и мелкие поры. На глубине 20 см, где располагается слой почвы с отрицательной температурой, просочившаяся вода застывает, образуя ледяную прослойку. Этот процесс повторяется несколько дней, поэтому ледяная прослойка задерживается на одной глубине. Образовавшийся мерзлотный экран препятствует миграции талых вод в глубь почвы. На склоновых поверхностях талые воды сперва насыщают оттаявший слой почвы до полной влагоемкости, а затем избыток вод начинает двигаться вниз по склону, формируя внутрипочвенный и поверхностный сток.

Под влиянием отепляющего действия талых вод и солнечной радиации на освободившихся от снега участках почвы на 3–4-й день снеготаяния мерзлый экран начинает разрушаться. К этому сроку среднесуточная температура воздуха становится положительной. Как только температура пахотного слоя достигнет $+10...+15$ °С, подпахотный слой начинает оттаивать и мерзлая прослойка исчезает. Однако так происходит только в случае радиационно-адвективного подтипа погоды. При адвективном типе сне-

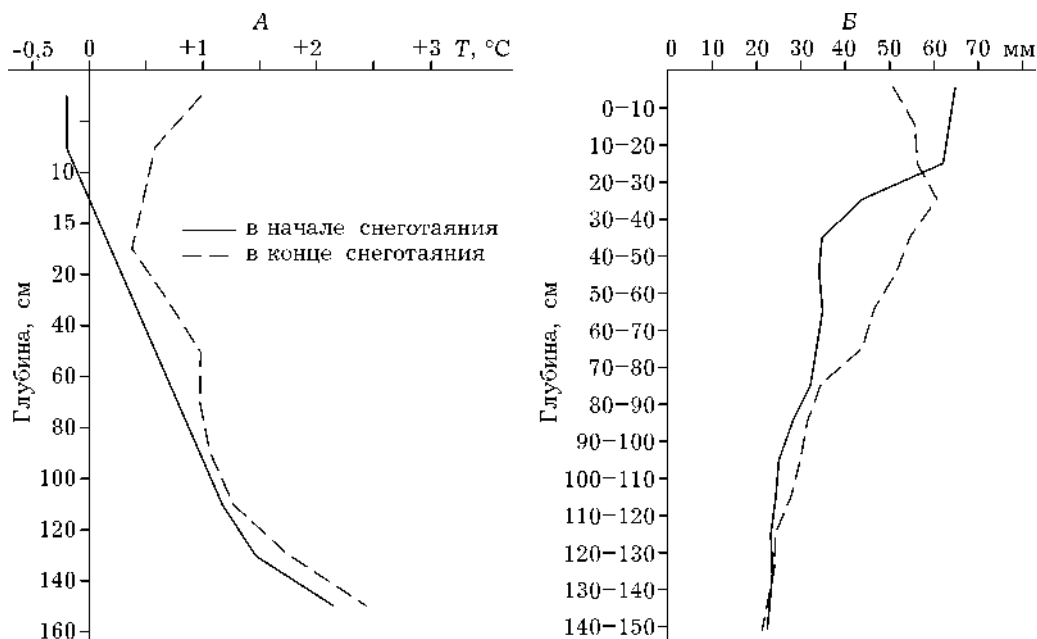


Рис. 2. Кривые распределения температуры (А) и влаги (Б) в профиле чернозема выщелоченного несмытого (целина) в начале и в конце снеготаяния.

готаяние растянуто (до 15–21 дня), поверхностный сток практически отсутствует, а непроницаемый льдистый экран разрушается в первой декаде мая, что и наблюдалось весной 2004 г.

На участке с черноземом выщелоченном несмытом (целина) поверхностный сток талых вод минимальный, так как здесь отсутствует внутрипочвенный мерзлотный экран в силу отличного от пахотных аналогов гидротермического режима. Максимальная глубина промерзания целинного участка составляет 10–15, реже 25–30 см. Из-за малой глубины промерзания в первые дни снеготаяния происходит быстрый и равномерный прогрев профиля без образования ледяной прослойки. Поэтому талая вода беспрепятственно мигрирует по профилю, согревая и увлажняя его (рис. 2).

ВЫВОДЫ

Сезонно-мерзлотный режим черноземов Предсалаирья определяется температурой воздуха в начале и в течение холодного периода гидрологического года, временем установления постоянного снежного покрова и влажностью почвы в предзимье.

При формировании снежного покрова в начале декабря по уже глубоко и сильно промерзшей почве значительные снеготаяния в середине и в конце холодного периода не выполняют своей утепляющей функции, и глубина промерзания черноземов в многоснежные годы больше, чем в очень малоснежные.

Основными факторами большого нерегулируемого стока талых вод являются большие запасы воды в снеге к моменту снеготаяния, сильное и глубокое промерзание пахотных почв в зимний период, препятствующее инфильтрации талых вод.

Ежегодно, независимо от типов весенней погоды, в течение всего снеготаяния, в подпахотном слое сохраняется мерзлотный водонепроницаемый слой почвы мощностью от 20 до 60 см.

Время разрушения этого экрана контролируется типом весенних погод: при радиационно-адвективном подтипе экран разрушается в день прекращения стока талых вод, при других типах – спустя 3 – 7 дней.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Д. Орлов, Водная эрозия почв Новосибирского Приобья, Новосибирск, 1971, 175.

2. А. Д. Орлов, Эродированные почвы Сибири и пути повышения их производительности, Новосибирск, 1977, 23–49.
3. С. Р. Ковалева, Эрозионная деформация почвенного покрова, Новосибирск, 1992, 158.
4. А. А. Танащенко, Эродированные черноземы юга Западной Сибири, Новосибирск, 1992, 151.
5. А. А. Танащенко, Специфика эрозии почв в Сибири, Новосибирск, 2003, 176.
6. А. Ф. Путилин, Эрозия почв в лесостепи Западной Сибири, Новосибирск, 2002, 184.
7. В. Н. Димо, А. А. Роде, Доклады к IX Международному конгрессу почвоведов, М., 1968, 5–141.
8. Н. А. Шапорина, А. А. Танащенко, *Почвоведение*, 2003, 9, 1106–1113.
9. Г. П. Калинин, Т. Т. Макарова, Тр. ЦИП, 1959, вып. 94.
10. Справочник по климату СССР, Новосибирск, 1978, вып. 20, ч. 8, кн. 2, 498.
11. Метеорологический ежемесячник, Новосибирск, 1966–1999, кн. 2, вып. 20, 1–12.

Intrasoil Permafrost Screen as a Factor of Formation of Surface Snowmelt Runoff

A. S. CHUMBAEV

Peculiarities of hydrothermal regime of the Salair chernozems in the cold period of hydrological year are determined. These peculiarities consist in the fact that, irrespective of the type of spring weather, a permafrost screen is formed which hinders the migration of snowmelt water into the profile depth and provokes a surface runoff.