

## ЗАПАСЫ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ В ПОЧВАХ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ КУЗБАССА

Рассмотрено изменение запаса продуктивной влаги в весенний/осенний период на примере территорий природно-техногенных комплексов лесостепной зоны Кузбасса. Представлены два варианта трансформации водных режимов плакорных участков, претерпевающих как иссушение прилегающих к отвалам территорий, так и их заболачивание. Данное исследование дает возможность понять один из процессов экогенеза со стороны техногенных ландшафтов на прилегающие естественные экосистемы.

**Ключевые слова:** запас продуктивной влаги; водный режим; природно-техногенные комплексы; экогенез почвенного покрова.

Добыча полезных ископаемых привела к специфической деградации почвенного покрова, расположенного не только на территории горных отвалов, но и прилегающих естественных ландшафтах. Обладая индивидуальными структурно-функциональными особенностями: литогенной основой, рельефом, микроклиматом, неоднородностью педо- и биотопов и т.д., техногенные ландшафты (в частности, отвалы вскрышных и вмещающих пород) оказывают антропогенную нагрузку на прилегающие естественные экосистемы и их базовую основу – почву, что приводит к трансформации основных физико-химических свойств и дальнейшей деградации. Следует отметить, что подобные изменения в природе могут быть вызваны глобальными природными катаклизмами либо медленной естественной эволюцией в геологически обозримый период [1, 2]. Поэтому целью данного исследования являлась оценка запасов продуктивной влаги (ЗПВ) в почвенном покрове природно-техногенных комплексов лесостепной зоны Кузбасса в зависимости от степени экогенного воздействия. Исходя из этого, были поставлены следующие задачи: оценить ЗПВ в почвенном покрове природных территорий, примыкающих к отвалам, установить основные причины и явления, влияющие на их накопление.

### Объекты и методы исследования

В весенний/осенний период 2009 г. были обследованы на содержание внутрипочвенной влаги естественные территории, приуроченные к «Северному» («Бачатский» угольный разрез) и «Центральному» (угольный разрез «Шестаки») отвалу. Объектами наблюдения данных природно-техногенных комплексов стали плакорные участки, расположенные на различном удалении от техногенных объектов по трансекте «юго-запад» ↔ «северо-восток» в связи с преобладающими юго-западными ветрами [3]. Параллельно определялись ЗПВ на территории, не подверженной воздействию со стороны техногенных объектов. На всех ключевых участках почвенный покров представлен черноземами выщелоченными, на территории, расположенной вдоль северо-восточного фаса «Центрального» отвала, – черноземно-луговой. Согласно природно-климатическому зонированию территория относится к лесостепной зоне Кузнецкой котловины [4].

### Результаты исследования и обсуждение

Основными источниками поступления воды в почву являются атмосферные осадки, конденсация парообразной воды из атмосферы и грунтовые воды [5].

Известно, что далеко не все количество атмосферных осадков попадает в почву. Жидкие осадки могут стекать в результате поверхностного стока. Количество их потерь зависит от многих факторов, важнейшими из которых являются: угол наклона поверхности, интенсивность и количество поступающих осадков, физические свойства почвы, а также степень проективного покрытия почвы растениями [6]. Перераспределение твердых осадков по территории также достаточно неравномерно вследствие ветропереноса, снегозадерживающей способности растений и различного рода преград.

Конденсация парообразной влаги из атмосферы происходит в результате резкого охлаждения поверхности почвы, количество данной влаги незначительно, и им можно пренебречь.

Еще одним источником поступления в почву влаги выступают грунтовые воды в результате капиллярной связи. На исследуемых участках они не играют значимой роли, так как черноземы и эмбриоземы относятся к почвам, расположенным в автоморфной позиции в рельефе (глубина залегания грунтовых вод более 10 м). Лишь черноземно-луговая почва у подножия «Центрального» отвала функционирует в условиях грунтового увлажнения.

Согласно исследованиям А.А. Роде [7], вода, попав в почву, перемещается в нижние горизонты и с внутрипочвенным боковым стоком, расходуется растениями на транспирацию в результате дисукции, а также испаряется в атмосферу.

Водный режим черноземов района исследования, расположенных на хорошо дренируемой территории и в зоне умеренно влажного и умеренно теплого климата, характеризуется как удовлетворительный [8] и соответствует периодически промывному типу. Наиболее важными ЗПВ, служащими основным источником для растений, выступают запасы весеннего/осеннего периода. Значение осадков этого времени года для данной территории велико в связи с малоснежными зимами и частыми летними засухами [9].

На контрольном участке, не подверженном техногенному воздействию, складываются типичные условия водного режима для черноземных почв данного района исследования. Количество влаги в нижних горизонтах регулируется позднеосенними осадками, а также талыми водами и далее используется в течение летнего периода растениями в качестве резерва. Летние осадки участвуют в увлажнении лишь верхних горизонтов. Соответственно, в динамике влаги можно выделить два основных периода:

1) общее иссушение почвенного профиля с конца весны до начала осени в результате интенсивного рас-

хода влаги растениями и испаряемости с преобладанием восходящих токов над нисходящими;

2) увеличение запасов влаги в толще почвенного профиля во второй половине осени в результате промачивания, прерывающееся морозами и дальнейшим пополнением запасов весной талыми водами.

Было установлено, что наиболее напряженный режим по обеспеченности влагой складывается для территорий, расположенных в зоне экогенного воздействия «Северного» отвала «Бачатского» угольного разреза. В зоне максимального воздействия, расположенной у юго-западного подножия отвала, складывается непromывной водный режим, таким образом, в нижней части почвенного профиля чернозема выщелоченного формируется горизонт с постоянной влажностью, как правило, не превышающей величины влажности завядания [10]. Подобная ситуация свойственна для засушливых и полусушливых территорий с распространением обыкновенных и южных черноземов.

В зоне максимального экогенного воздействия «Центрального» отвала (УР «Шестаки»), у северо-восточного подножия, наблюдается резкое переувлажнение. Это связано с перекрытием природных водотоков, способствующим скоплению влаги атмосферных осадков в депрессивных участках, и с формированием

температурного режима [11]. Таким образом, на данной территории формируется водный режим переменного периодического промывного типа, характерной чертой которого является промачивание всей почвенно-грунтовой толщи до грунтовых вод. Данный тип соответствует большинству почв таежно-лесной зоны с преобладанием нисходящих токов над восходящими [5]. В связи с этим был рассмотрен запас продуктивной влаги на территориях природно-техногенного комплекса в весенний/осенний период их формирования (таблица) и оценен по шкале А.Ф. Вадюниной, З.А. Корчагиной.

Весной на территории, расположенной вдоль фасы «Северного» отвала, накапливается порядка 54,1 мм влаги в метровом слое. При этом большая ее часть (38,8 мм) сосредоточена в верхнем гумусовом горизонте, и в дальнейшем достаточно быстро расходуется на физическое испарение, вследствие повышенной температуры [11], и транспирацию растений. Таким образом, состояние данных территорий по ЗПВ оценивается как очень плохое, что сказывается на биологической урожайности и качестве травостоя, характерного для засушливых зон. Причиной такого явления служит осенняя влагозарядка (71,6 мм для 0–100 см), а также неравномерное маломощное снегонакопление и низкое содержание запасов влаги в результате процессов сублимации.

Запасы продуктивной влаги (2009 г.)

Почвенный покров ключевых участков (удаление)	ЗПВ 0,2/1 м, мм	
	Весна (апрель)	Осень (октябрь)
Территории, приуроченные к юго-западному склону «Северного» отвала		
Чернозем выщелоченный (подножие отвала)	38,8/54,1	40,1/71,6
Чернозем выщелоченный (50 м от отвала)	45,2/88,9	41,8/91,0
Чернозем выщелоченный (200 м от отвала)	61,8/169,6	40,9/97,1
Чернозем выщелоченный (500 м от отвала)	56,8/144,1	46,6/90,1
Территории, приуроченные к северо-восточному склону «Центрального» отвала		
Черноземно-луговая (подножие отвала)	93,4/353,3	112,6/473,1
Чернозем выщелоченный (120 м от отвала)	33,2/62,9	63,1/106,5
Чернозем выщелоченный (600 м от отвала)	10,4/38,5	38,2/59,2
Территории, не подверженные экогенному воздействию со стороны отвалов		
Чернозем выщелоченный	71,9/199,4	50,9/100,6

В результате пылепереноса с техногенных объектов тонкодисперсные частицы пыли в зимний период аккумулируются на поверхности снега, зачерняя его и стимулируя процессы сублимации. На ее долю может приходиться до 50% от общего запаса влаги [12]. Таким образом, значительная часть снега испаряется еще до момента таяния, не участвуя в пополнении запасов влаги в почве. Необходимо также учесть, что начало снеготаяния зачерненного снежного покрова происходит гораздо раньше при одинаковых условиях инсоляции равно приуроченных ландшафтов относительно рельефа местности. Талые воды скатываются по поверхности еще мерзлой почвы, на тот момент неспособной воспринимать их, в депрессивные (пониженные) формы рельефа. Тем самым создаются условия для увеличения интенсивности протекания эрозийных процессов и непродуктивной потери влаги зимних осадков. Величина накопления снега представлена на рис. 1.

Подобные явления приводят к сильному иссушению черноземов уже в весенний период, что в дальнейшем негативно сказывается на их водном режиме в течение периода вегетации. В дальнейшем поступление

влаги осуществляется за счет летних дождевых осадков, так как другой источник в связи с глубоким залеганием грунтовых вод отсутствует. При этом глубина залегания вод на территориях природно-техногенного комплекса может увеличиваться за счет проявления эффекта «депрессивной воронки» в результате гидравлического воздействия отвала на почвенную толщу, находящуюся в основании [9].

Следует также отметить, что летом резко возрастает расход влаги за счет физического испарения, вызванного изреженным травостоем, слабо затеняющим поверхность почвы. Это приводит к снижению влаги в верхней части профиля, что наиболее ярко проявляется на участках, расположенных у юго-западного склона отвала, получающего наибольшее количество солнечной радиации в течение дня [11], с общим проективным покрытием, не достигающим 70%. К июлю на метровой глубине исследуемых черноземов количество влаги сокращается, находясь в пределах ВРК-ВЗ, и сохраняется в таком стабильном состоянии до первой половины осени, изменения происходят только в верхнем пятидесятисантиметровом слое за счет промачивания дождевыми осадками.

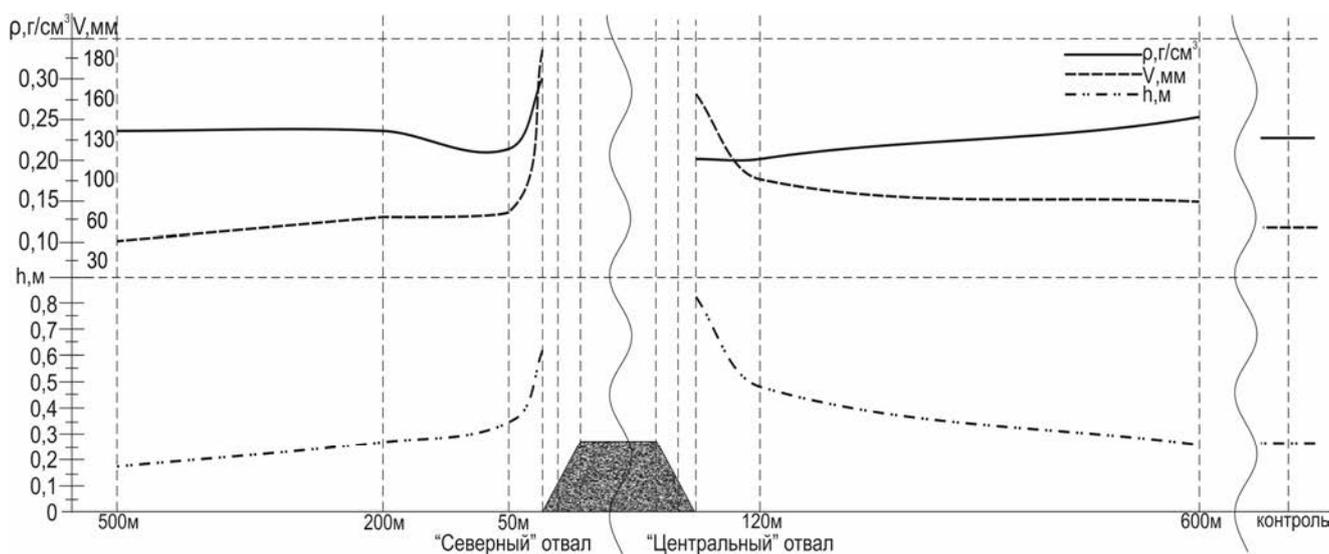


Рис. 1. Высота (м), плотность (г/см<sup>3</sup>) и запасы влаги (мм) в снежном покрове на ключевых участках, февраль 2009 г.

Во второй половине осени, даже при незначительном количестве осадков, за счет снижения физического испарения, понижения температуры воздуха и резкого уменьшения водопотребления растениями происходит накопление влаги в нижней части почвенного профиля до уровня, не превышающего запасы в весенний период, и прекращается на момент наступления холодов. Таким образом, черноземы выщелоченные, расположенные у юго-западного подножия «Северного» отвала, уходят в зиму уже с резким дефицитом ЗПВ, ее осенний запас варьирует в зависимости от расположения участка и изменяется в пределах от плохого до удовлетворительного (см. таблицу). Интенсивность проявления описанных изменений зависит от степени экогенного воздействия со стороны техногенных объектов – отвалов, и нормализуется до естественного на значительном удалении в зависимости от характеристик антропогенного источника [13].

На участке, приуроченном к склону противоположной ориентации «Центрального» отвала и естественной территории, как уже отмечалось, под действием техногенного фактора сформировался переменный периодический промывной водный режим, что привело к излишнему переувлажнению. Расход влаги происходит следующим образом: часть влаги испаряется в свободную атмосферу, а также расходуется на формирование мощного растительного покрова, характерного для заболоченных территорий, другая, большая часть начинает просачиваться в почвенную толщу по мере ее оттаивания. Так, на 7 мая 2009 г. мерзлотный слой находился на глубине 20 см. По степени удаления в северо-восточном направлении граница смещалась вниз по профилю почвы (120 м – 43 см, 600 м – 79 см). Для сравнения приведем данные по ключевым участкам природно-техногенного комплекса «Северного» отвала: у подножия – 93 см, на удалении 50 м – 60 см, 200 м – 57 см, при максимальном удалении от отвала 500 м – в диапазоне 30–40 см. Основными причинами такого отличия, на наш взгляд, являются: неравномерность распределения снежного

покрова, различие по времени и скорости снеготаяния, степень экогенной нагрузки и другие сопутствующие факторы.

К осени на территории вдоль северо-восточного фаса отвала происходит сокращение влаги в поверхностных горизонтах в результате стабильного нисходящего тока, но, не смотря на это, участок уходит в зиму сильно переувлажненным, что в дальнейшем негативно сказывается на его температурном и водном режиме.

Территория, расположенная на удалении 120–600 м от «Центрального» отвала, весной характеризуется очень низким содержанием продуктивной влаги. Причиной этого служит низкая осенняя влагозарядка, количество влаги, полученной от снеготаяния, а также специфика температурного режима и влажности воздуха, вызванная формированием фенот. В данном случае они представляют собой поток сухого и теплого воздуха с отвала в направлении господствующих юго-западных ветров. Их образование происходит при «переваливании» через нагретый юго-западный склон и плато отвала, в результате чего влажность воздуха может снижаться до 20–30%, а температура – возрастать до 5–7°C [14]. Продолжительность фена гораздо меньше, чем в горных районах, где она составляет несколько суток. Но, тем не менее, данное явление оказывает иссушающее воздействие на почвенный покров, что сказывается на растительности (изреженность травостоя, снижение биологической продуктивности и т.д.).

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что на исследуемых территориях природно-техногенных комплексов, приуроченных к одинаковым формам рельефа – плакорным участкам, протекают два противоположных процесса: иссушение и переувлажнение, которые характеризуются их ЗПВ. При этом накопление и расход внутрипочвенной влаги в течение года регулируется, прежде всего, техногенными и экогенными факторами, вызывающими различную обеспеченность растений доступной влагой.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Счастливец Е.Л., Быков А.А.* Оценка загрязнения атмосферы и выпадения загрязняющих веществ из атмосферы на подстилающую поверхность // Труды Кузбасской комплексной экспедиции. Кемерово, 2004. Т. 1. С. 717–728.
2. *Моторина Л.В.* Ландшафтно-экологический подход к оптимизации природно-техногенных комплексов // Техногенные экосистемы. Организация и функционирование. Новосибирск : Наука, 1985. С. 12–23.
3. *Гигиенические аспекты районной планировки и градостроительства в Кемеровской области.* Новосибирск : Наука, 1978. 228 с.
4. *Трофимов С.С.* Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. Новосибирск : Наука, 1975. 301 с.
5. *Роде А.А.* Водный режим почв и его регулирование. М. : Изд-во АН СССР, 1963. 119 с.
6. *Шульгин А.М.* Климат почвы и его регулирование. Л. : Гидрометеиздат, 1967. 303 с.
7. *Роде А.А.* Основы учения о почвенной влаге. Л.: Гидрометеиздат, 1965. Т. 1. 296 с.
8. *Хмелев В.А., Танащенко А.А.* Черноземы Кузнецкой котловины. Новосибирск : Наука, 1983. 256 с.
9. *Счастливец Е.Л., Танащенко А.А., Андроханов В.А., Баранник Л.П.* Состояние почвенного покрова и растительности на территориях, прилегающих к угольным разрезам на примере разрез «Бачатский» // Труды Кузбасской комплексной экспедиции. Кемерово, 2004. Т. 1. С. 697–716.
10. *Беланов И.П.* Изменение накопления почвенной влаги на территории, подверженной экогенным нагрузкам в лесостепной зоне Кузнецкой котловины // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. 2009. № 4. С. 19–21.
11. *Беланов И.П.* Влияние техногенных ландшафтов на температурный режим почв прилегающих естественных территорий // Сборник материалов IV Всероссийской научной конференции «Отражение био-, гео-, антропогенных взаимодействий в почве и почвенном покрове». Томск, 2010. С. 19–22.
12. *Беланов И.П.* Аккумуляция золовой пыли на поверхности снежного покрова в результате техногенеза // Труды V Международной конференции «Эволюция почвенного покрова: история идей и методы, голоценовая эволюция, прогнозы. Пущино, 2009. С. 251–252.
13. *Пигорев И.Я.* Экология техногенных ландшафтов КМА и их биологическое освоение. Курск : Изд-во Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2006. 366 с.
14. *Хромов С.П., Петросянц М.А.* Метеорология и климатология. М. : МГУ, 2006. 583 с.

Статья представлена научной редакцией «Биология» 5 мая 2011 г.