

Г.П. Евграшкина, Н.Н. Харитонов, Н.И. Жиленко

ОСНОВЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГО - МЕЛИОРАТИВНЫХ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ШАХТНЫХ ОТВАЛАХ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА

шахтные отвалы, рекультивация, динамика солепереноса

Для Западного Донбасса характерны шахтные отвалы двух типов: отсыпанные без рекультивации и рекультивированные в условиях богарного или «сухого» земледелия. В соответствии с климатическими показателями региона среднегодовалый процесс влагопереноса на нерекультивированном шахтном отвале характеризуется нисходящим потоком влаги, обеспечивающим медленное рассоление верхних слоев отсыпанных шахтных пород (ШП). В частности, анализ вертикальной миграции солей по глубине рекультивированного профиля показал, что ни один из вариантов с насыпным слоем чернозема (НСЧ) 30, 50 и 70 см не обеспечил стабилизацию распределения рН и водорастворимых солей [6]. Включение полуметрового слоя лессовидного суглинка (ЛС) в трехслойную модель рекультивации приводит к значительному торможению темпов выветривания отвальных шахтных пород. Это проявляется в снижении восходящей миграции водорастворимых солей по слоям профиля. Тем не менее, был отмечен ежегодный восходящий градиент увеличения переноса солей вдоль экранированного профиля на 0,01-0,05% ежегодно [1].

Прогнозными расчетами на основе теории миграции солей также доказана возможность засоления насыпного слоя при богарном выращивании сельскохозяйственных культур и лесных насаждений без орошения за счет подтягивания солей восходящим потоком влаги [2].

В связи с вышеизложенным, задачей наших исследований было обоснование технических решений для создания благоприятных эколого - мелиоративных условий выращивания сельскохозяйственных культур на рекультивированных шахтных отвалах Западного Донбасса.

Известно, что в разных природно-климатических зонах Украины применяют три типа режимов орошения: компенсационный, испарительный и промывной. Условия применения компенсационного и испарительного режимов более характерны для Центрального Донбасса, где шахтные породы незасолены. Для Западного Донбасса подходит только промывной режим орошения рекультивированных отвалов, так как они повсеместно в разной степени засолены.

Проведенные ранее исследования показали, что к рекультивированным шахтным отвалам, в случае их орошения, следует относиться как к обычным орошаемым землям, почвенный профиль которых содержит солевой горизонт. Подобная картина встречается в Среднем Приднепровье довольно часто, например на Никопольском и Фрунзенском орошаемых массивах [3, 4]. Климатические показатели Фрунзенского и Никопольского орошаемых массивов достаточно близки к показателям метеостанции «Павлоград». Поэтому, разработанные для Фрунзенской оросительной системы (ФОС) и Никопольского орошаемого массива (НОМ) нормы и сроки поливов были учтены при разработке рекомендаций по орошению рекультивированных шахтных отвалов Западного Донбасса с последующими поправками и без них.

Коэффициент гидродисперсии определяли численно-аналитическим методом. Расчет выполнен методом прогонки.

В вариантах с разной мощностью насыпного слоя почвы изучили послойно изменения в реакции водной вытяжки вдоль профиля рекультивированного отвала. В качестве контроля оценку распределения рН выполнили на примере зонального почвенного профиля. Как следует из сравнительного анализа данных (рис.1), отсутствие „геомембраны” в качестве прослойки суглинка привело к резкому падению рН в контактной зоне с породами шахтного отвала в варианте ШП + 70 НСЧ. В трехслойном варианте (ШП+50 ЛС+70 НСЧ) за 16 лет распределение рН на глубину профиля почти не изменилось и было близким к зональной почве. Данные химического анализа по распределению солей вдоль модельных профилей рекультивации с прослойкой лессовидного суглинка показаны на рисунке 2.

Изучение распределения солей вдоль двух модельных профилей свидетельствует о значительном торможении темпов засоления в варианте с прослойкой лессовидного суглинка ШП+50 ЛС+70 НСЧ.

Для того, чтобы полностью исключить риск засоления насыпного слоя чернозема рекультивированного шахтного отвала был предложен дополнительный вариант с систематическим орошением. Предлагаемый вариант рекультивированного шахтного отвала отличается от вышеупомянутых заменой «сухого» земледелия на систематическое орошение водами рек Самара и Малая Терновка, а также шахтными водами некоторых водоносных горизонтов, отличающихся низкой минерализацией.

Прогноз солевого режима рекультивированного шахтного отвала с систематическим орошением выполнен сроком на 5, 10, 20 лет в установившемся режиме для исходной засоленности отвальных пород 0,6 и 0,8 %. Коэффициент гидродисперсии составил для скважины $768-2,86 \cdot 10^{-4}$ м²/сутки.

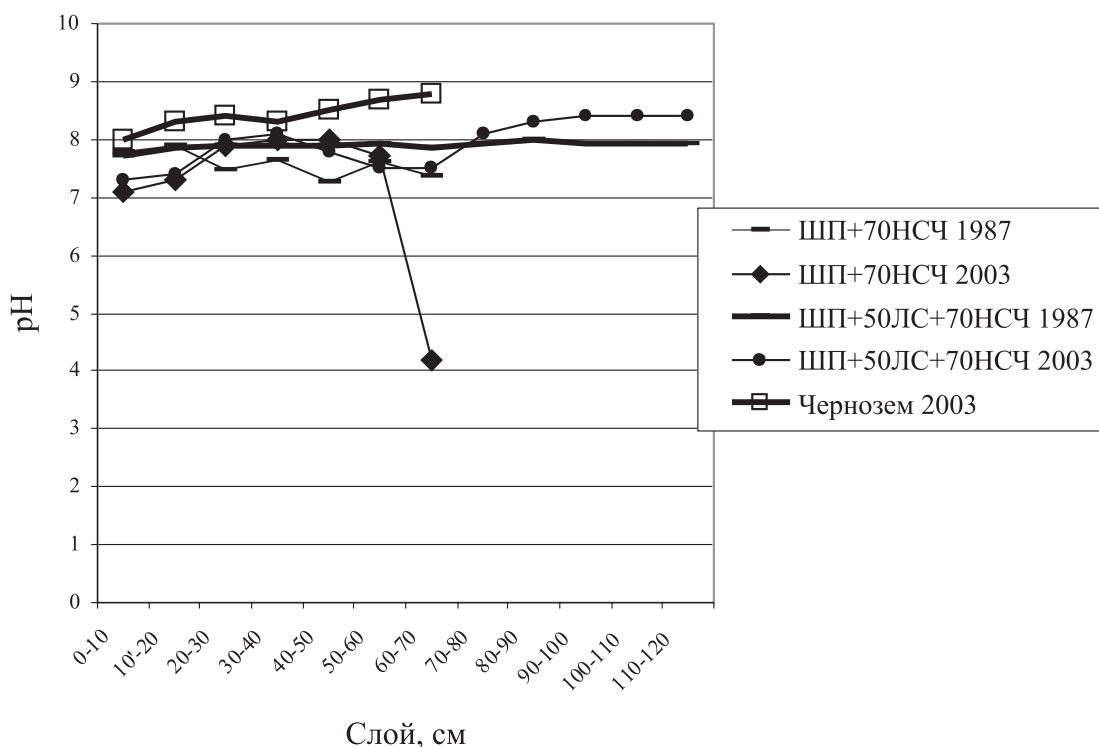


Рис. 1. Изменения в реакции водной вытяжки вдоль рекультивированного и зонального профилей почвы

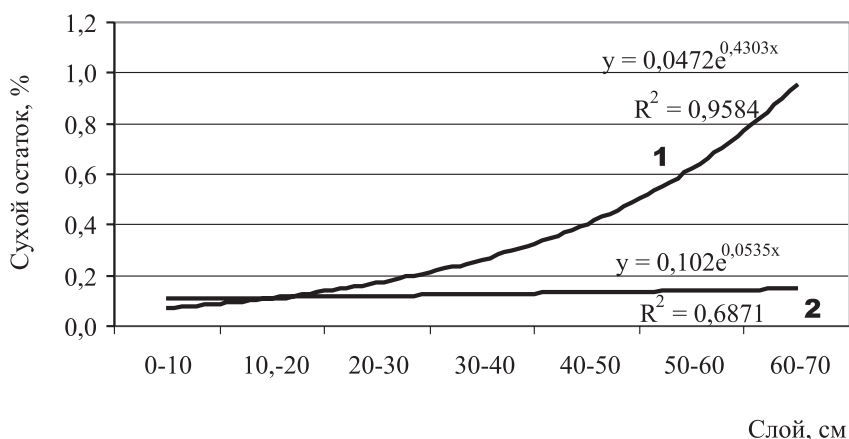


Рис. 2. Влияние геохимического экрана на распределение солей вдоль двух модельных профилей в вариантах НСЧ 70 +ШП (1) и НСЧ70+ЛС50+ШП (2)

Для разработки прогноза в качестве исходного использовали уравнение 1:

$$D \frac{\partial^2 C_1}{\partial x^2} - V \frac{\partial C_1}{\partial x} = m \quad (1)$$

где D – коэффициент гидродисперсии, м²/сут;

V – скорость вертикального влагопереноса, м/сут;

m – объемная влажность, доли единицы;

C_1 – минерализация движущегося порогового раствора, %, г/см³

Дальнейшие расчеты были проведены методом прогонки [2]. Конечно-разностная аппроксимация уравнения (1) по схеме расщепления представлена системой двух уравнений. Первое уравнение системы моделирует диффузионно-конвективный перенос вещества, а второе – конвективный [2, 5]. На верхней границе исследуемой области солепереноса задается граничное условие

$$\frac{\partial C}{\partial x} = 0, \quad x = \infty, \quad (2)$$

где C – истинная минерализация порогового раствора или засоленность пород отвала на прогнозный период времени, г/дм³, % плотности сухого грунта;

x – истинная пространственная координата, м.

Представим граничное условие (2) в конечно-разностной форме:

$$D \frac{C_1 - C_0}{\Delta x} = V(C_0 - C_a) \quad (3)$$

и представим в виде $y_0 = \alpha_1 \cdot y_1 + \beta_1$

$$C_0 = \frac{D}{D + \Delta x V} C_1 + \frac{V C_\phi}{\frac{D}{\Delta x} + V}, \alpha_1 = \frac{D}{D + \Delta x V}, \beta_1 = \frac{V C_\phi}{\frac{D}{\Delta x} + V}. \quad (4)$$

Нахождение последующих значений α_i и β_i и все дальнейшие расчеты осуществляются, как изложено А.А.Самарским [5]. Наиболее известные программы расчетов: GIBBS, MIF5, SAMUR, MIXT, ISPAR, РАМИР, ГАЛИТ (СНГ), WATEQ 4F, PHREEQE, PHRQPITZ, EO 3/6, SOLMNEQ 88 и др. Научная новизна приводимого подхода заключается в численном

моделировании процесса массопереноса при испарительном режиме ($V_1 > V_2$) движения влаги. Ни в одной из перечисленных программ такая задача не рассматривается для условия III рода на поверхности земли вида:

$$C_0 = \frac{D}{(V_2 - V_1)\Delta x + D} C_1 + \frac{V_2 C_s}{V_2 - V_1 + \frac{D}{\Delta x}}, \quad (5)$$

Условие (5) позволяет учесть количество солей, поступивших с оросительной водой и атмосферными осадками при испарительном режиме сомножителем $V_2 \cdot C_s$. Это условие справедливо для рекультивированного отвала богарного земледелия. Фактическая минерализация водопоступления C_ϕ рассчитана по формулам:

$$C_\phi = \frac{O_p C_{op} + A C_s}{O_p + A - (I + T)}, \quad \text{и} \quad C_\phi = \frac{C_\phi \cdot m \cdot 100}{1000\sigma}, \quad (6)$$

где O_p , A – оросительная норма и атмосферные осадки, соответственно; C_{op} , C_s – их минерализация, г/дм³; I – величина физического испарения, T – транспирация.

Суммарное испарение $V = I + T = 543,8$ мм принято как средняя величина из определений 1980–1985 гг. для различных культур на водно-балансовой станции «Чумаки» Фрунзенского орошаемого массива [3].

Суммарное водопоступление $V_2 = O_p + A = 195 + 409 = 604$ мм. Минерализация атмосферных осадков по данным метеостанции «Павлоград» равна 0,03 г/дм³. Ее можно не учитывать, так как она составляет 0,77% от минерализации поливной воды.

Например, в пруде Б.Таранова C_ϕ , г/дм³ для воды этого пруда с учетом минерализации осадков равна 12,85 г/дм³, без учета – 12,6 г/дм³. Плотность сухого грунта $\sigma = 1,612$ г/дм³ принята по определению Павлоградской ГРЭ.

Расчетные данные по фактической минерализации водопоступления приведены в таблице. Чтобы засоленность насыпных суглинков и почв не возрастала при длительном орошении, фактическая минерализация должна быть равной их исходной засоленности 0,1%.

Результаты расчета миграции солей для варианта с разбавлением представлены на рисунке 3. Процесс характеризуется неизменным содержанием солей насыпного слоя и

Таблица. Фактическая минерализация водопоступления

Источник воды	Минерализация воды, г/дм ³	Фактическая минерализация C_ϕ			
		г/дм ³	%		
			Объемная влажность m		
			0,23	0,28	0,3
Пруд «Б.Таранова»	3,9	12,85	0,184	0,223	0,238
Пруд «Б.Свидовок»	4,64	15,23	0,218	0,264	0,283
Пруд «Б.Косьминная»	2,81	9,27	0,133	0,161	0,172
Река Самара	2,60	8,67	0,123	0,152	0,161
Шахта «им.Сташкова»	2,66	8,85	0,126	0,154	0,164
Шахта «Терновская»	2,6	8,67	0,123	0,152	0,161
Вариант с разбавлением	1,6	5,4	0,077	0,094	0,100

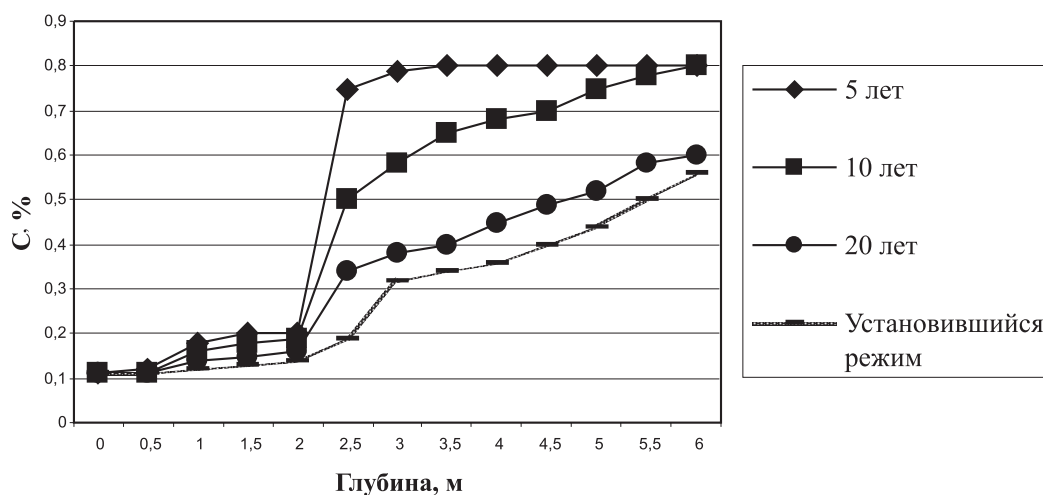


Рис. 3. Динамика солепереноса на рекультивированном шахтном отвале с орошением (р-н скв.768)

медленным рассолением верхней части отвальных пород. В остальных вариантах при промывном режиме орошения засоленность насыпных суглинков и почв со временем будет возрастать, пока не достигнет величины S_f . Благоприятные эколого-мелиоративные условия орошаемых рекультивированных отвалов могут быть обеспечены работой горизонтального дренажа. При расчетах оптимального дренажа исходили из того, что дренаж должен обеспечивать уровень залегания вод на глубине не менее 2,5 – 3 м [2]. В этих условиях глубина заложения дрены составит 4,0 м, междуренное расстояние – 400 м, а диаметр дрены – 0,2 м.

При размещении сельскохозяйственных культур на рекультивированном отвале шахтных пород следует учитывать глубину развития их корневой системы. Для растений с глубоко проникающей корневой системой следует отводить участки с максимальной мощностью суглинистого и почвенного слоев. Для зерновых и овощных культур способ подачи воды – дождевание. Вместе с тем известно, что система капельного орошения фирмы Т – Таре отличается более выгодными параметрами, по сравнению с дождевальными установками, включая более низкие требования к минерализации оросительной воды, значительно меньший расход воды (в 3–4 раза) и т.п. Поэтому она также может быть рекомендована при выращивании овощебахчевых и плодовых культур в районах с низким качеством подземных вод, оказавшихся под негативным воздействием добычи полезных ископаемых [2, 7]. Из плодовых деревьев нужно отдать предпочтение разновидностям со слаборазвитым подвоем (интенсивное плодоводство), поскольку их корневая система не выходит за границы насыпного слоя.

Предложенный комплекс природоохранных мероприятий обеспечит благоприятные гидрогеолого-мелиоративные условия и получение высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур, если в комплексе с орошением предусмотреть обоснованное внесение удобрений и интегрированных систем защиты растений [8, 9].

Внедрение изложенных рекомендаций происходило следующим образом. В связи с тем, что рекультивированные участки невелики по масштабам и разрознены, коллективные хозяйства в Павлоградском районе не хотели их брать снова в землепользование. Поэтому часть из них была отдана садово-огородным товариществам «Чайка», «Уголек-1,2», «Павлоградуголь», «Ивушка», «Рябинушка», «Самара», «Свидовок», «Лесная поляна» общей площадью более 100 га. Все они расположены в пойме. Орошение осуществляется из Терновского водоема паводковых вод с минерализацией до 1 г/дм^3 и реки Самары с минерализацией до 3 г/дм^3 индивидуальными нормами по усмотрению владельцев участков. Урожаи выращиваемых культур стабильные.

Выводы.

1. Перекрытие шахтных пород дополнительными слоями почвы и суглинка приводит к значительной стабилизации распределения рН в рекультивированном профиле. Использование трехслойного варианта рекультивации (70 см НСЧ + 50 см ЛС + ШП) приводит к существенному торможению (более чем в четыре раза) восходящей миграции токсичных солей.

2. Прогноз солевого режима рекультивированного шахтного отвала с систематическим орошением выполнен сроком на 5, 10, 20 лет в установившемся режиме.

3. Наиболее приемлемый солевой профиль формируется при минерализации оросительной воды 1,6 г/дм³.

4. Благоприятные эколого-мелиоративные условия орошаемых рекультивированных отвалов могут быть обеспечены работой горизонтального дренажа.

1. *Евграшкина Г.П., Харитонов Н.Н., Троценко Т.К.* Обеспечение оптимальных гидрогеолого-мелиоративных условий для выращивания сельскохозяйственных культур на рекультивированных шахтных отвалах Западного Донбасса // Оптимізація агроландшафтів: раціональне використання, рекультивация, охорона: Матер. міжнар. наук.-практ. конф. –Дніпропетровськ: Б.и., 2003. – С. 154–155.
2. *Евграшкина Г.П.* Влияние горнодобывающей промышленности на гидрогеологические и почвенно-мелиоративные условия территорий. – Днепропетровск: Монолит, 2003. – 200 с.
3. *Евграшкина Г.П., Коппель М.М.* Прогноз солевого режима почв и грунтов зоны аэрации Фрунзенского орошаемого массива методами математического моделирования// Мелиорация и водное хозяйство. – Киев: Урожай, 1978. – Вып.43. – С. 56-63.
4. *Евграшкина Г.П., Шмалый Т.И.* Оптимизация режимов орошения при пятнистом засолении на примере Никопольского орошаемого массива // Вісник Дніпропетров. ун-ту. Геологія та географія. – Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетров. держ. ун-ту, 1997. – Вип.1. – С.53-56.
5. *Самарский А.А.* Теория разностных схем. – М.: Наука, 1977. – 653 с.
6. *Харитонов М.М., Жиленко М.І.* Оцінка екологічної безпеки варіантів сільськогосподарської рекультивациі у Західному Донбасі // Вісник Харків. нац. аграр. ун-ту. – 2006. – № 6. – С.210-212.
7. *Харитонов Н.Н., Криваковская Р.В., Евграшкина Г.П.* Оценка риска засоления грунтовых вод в некоторых горнодобывающих регионах Приднепровья // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2006. – №4. – С. 136–138.
8. *Харитонов М.М., Лазарева О.М., Томасон Я.Р., Гармаш С.М.* Аналіз засобів отримання і контролю екологічної якості продукції овочівництва // Наук. вісн. нац. аграр. ун-ту. – К. – 2002. – Вип.57. – С. 83-87.
9. *Харитонов М.М., Лазарева О.М., Торхова Н.А. та ін.* Екологічні передумови для розвитку інтегрованих систем захисту врожаю помідорів і картоплі // Наук. вісн. нац. аграр. ун-ту. – К., 2002. – Вип.47 – С. 155-159.

Днепропетровский государственный аграрный университет

Получено 5.07.2008

УДК 631.619:581.52 (477.63)

ОСНОВЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГО - МЕЛИОРАТИВНЫХ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ШАХТНЫХ ОТВАЛАХ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА

Г.П.Евграшкина, Н.Н.Харитонов, Н.И.Жиленко

Днепропетровский государственный университет

В соответствии с прогнозом на 5, 10, 20 лет в установившемся режиме наиболее приемлемый солевой профиль рекультивированного шахтного отвала с систематическим орошением формируется при минерализации воды 1,6 г/дм³. Благоприятные эколого-мелиоративные условия орошаемых рекультивированных отвалов могут быть обеспечены работой горизонтального дренажа.

UDC 631.619:581.52 (477.63)

THE ECOLOGICAL-MELIORATIVE CONDITIONS STABILITY BASES FOR THE CROPS WHICH ARE GROWING IN THE RECLAIMED LANDS OF THE WESTERN DONBASS

G.P. Evgrashkina , N.N. Kharytonov , N.I. Zhilenko

Dnepropetrovsk State University

The most available salt profile of the reclaimed lands with systematic irrigation form for water mineralization 1,6 · 10⁻³ g/cm³ regarding the forecast for 5, 10 and 20 years in stabilization regime. Favorable ecological-meliorative conditions of the irrigated reclaimed dump lands may be provided by way of horizontal drainage application.