

УДК 631.4 : 631.6

О. В. ХАРЧЕНКО

**ВОДНЫЙ И СОЛЕВОЙ РЕЖИМЫ ПОЧВОГРУНТОВ
ЗАТОПЛЕННОГО РИСОВОГО ПОЛЯ**

Показано, что интенсивность промывки почвогрунтов затопленного рисового поля определяется величиной пьезометрического напора почвенно-грунтовых вод. При этом на повышенных участках отмечается отточно-промывной режим, а на пониженных — напорный.

Эффективность рассоления почвогрунтов при возделывании культуры затопляемого риса общеизвестна. Однако наряду с этим некоторые участки рисовых систем характеризуются вторичным засолением и низкой урожайностью (менее 20 ц/га). Неравномерность промывки почвогрунта по площади чека отмечена многими авторами, которые объясняют ее в конечном счете водным режимом почвогрунтов [3, 6, 7].

Цель наших исследований заключалась в оценке качественной и количественной характеристики солевого режима почвогрунтов затопленного рисового поля в зависимости от режима почвенно-грунтовых вод.

Опыты проводили на участках рисовой оросительной системы совхоза-техникума Украинской научно-исследовательской станции риса, которая находится приблизительно в центральной части Краснознаменского массива.

Инженерные рисовые оросительные системы этой зоны расположены в самой южной части массива с абсолютными отметками менее 9 м. Рельеф зоны рисосеяния в целом спокойно-волнистый с уклоном 0,001—0,002. Однако на фоне в общем спокойного рельефа встречается множество подовых понижений различных размеров. Это часто обуславливает значительную разность в отметках между крайними чеками карты, которая достигает 2—3 м.

Для изучения водно-солевого режима почвогрунтов на первой рисовой системе совхоза-техникума (поле 3, карта 3) было выбрано два чека с отметками поверхности 3,60 и 2,13 м (соответственно чеки 84 и 87).

В литологическом отношении участок сложен покровными лёссовидными суглинками и супесями мощностью 4—6 м, с частым их переслаиванием и выклиниванием. Эти породы подстилаются водоносными песками.

Уровень грунтовых вод в межвегетационный период на высоком участке составляет 1,30—1,60 м, а на низком — 0,80—0,60 м. Минерализация их соответственно равна 1,50—2,50 и 10—14 г/л. На повышенном участке распространены лугово-каштановые почвы средне- и сильно-солонцеватые в комплексе с солонцами (до 10%), а на пониженном — глееолодь и солончаковая.

Водный режим метровой толщи почвогрунтов затопленного рисового поля изучали по методике Зайцева [5] с помощью «кустов» разноглубоких скважин-пьезометров на глубину 20, 40, 60 и 100 см, расположенных по двум взаимно перпендикулярным створам в указанных чеках. Весной перед посевом риса и осенью после уборки в каждой

точке «кустов» проводили послойный отбор образцов почвогрунта для определения его засоленности.

За период исследований (1973—1974) в преобладающем большинстве изучаемых точек отмечена первая схема режима грунтовых вод [5], которая характеризуется смыканием оросительных и грунтовых вод. Построение эпюр, средних для всего чека пьезометрических давлений (φ), выраженных в процентах от теоретических и построенных по средневзвешенным значениям, показывает, что в изучаемых чеках распределение давлений по глубине несколько различно. В высоком чеке (84) перегиб эпюры давлений отмечается на глубине 20 см. На глубине 100 см давление незначительное и составляет 58,2%.

В пониженном чеке (87) перегиб эпюры наблюдается на глубине 40 см, а на глубине 100 см возрастает до 86%. Необходимо отметить, что на данной глубине в ряде случаев вода обладает напорностью (уровень воды в скважине выше уровня воды в чеке).

При близком залегании грунтовых вод (менее 1,0 м) перегиб эпюры давлений характеризует разделение зон преобладающего влияния оросительных и грунтовых вод. В чеках с глубоким залеганием грунтовых вод в межвегетационный период (глубже 1,20 м) эта зона может представлять собой зону повышенных нисходящих скоростей [2, 4].

Полученные данные по распределению давления в почвогрунтах затопленного рисового поля по глубине и площади, а также количественная и качественная характеристика водно-растворимых солей позволили найти между этими величинами определенные зависимости. При обработке результатов полевых и лабораторных определений давление (φ) взято в относительных величинах (процент от теоретического), а показателем для оценки солевого режима служит отношение конечного содержания солей в изучаемом слое (x_1) к начальному (x_2), т. е. $\bar{x} = x_1/x_2$. Таким образом, при $\bar{x} < 1$ происходит промывка почвогрунта, а при $\bar{x} > 1$ наблюдается накопление солей.

В слое 0—20 см между давлением воды (φ) и промывкой почвогрунтов (\bar{x}) существует криволинейная зависимость вида:

$$\bar{x} = a\varphi^2 + b\varphi + c. \quad (1)$$

где a, b, c — эмпирические коэффициенты.

Полученное уравнение показывает, что с увеличением давления интенсивность промывки уменьшается (рис. 1, А). Если предположить, что давление есть величина, обратная скорости движения воды [2, 4], то с увеличением скорости возрастает промывной эффект. Следует

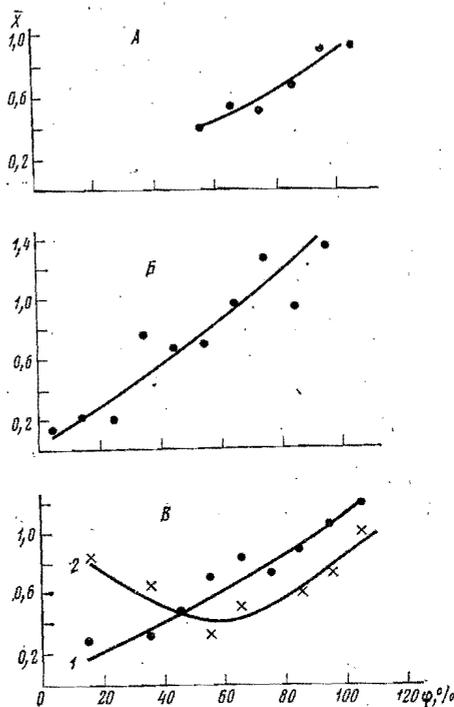


Рис. 1. Зависимость промывки почвогрунтов (\bar{x}) от давления (φ)

А — 0—20 см, Б — зона перегиба эпюры давлений, В — слой 0—100 см
 Для А: $\bar{x} = 0,425 \cdot 10^{-4} \varphi^2 + 49,5 \cdot 10^{-4} \varphi + 390 \cdot 10^{-4}$;
 для Б: $\bar{x} = 0,384 \cdot 10^{-4} \varphi^2 + 116,1 \cdot 10^{-4} \varphi + 400 \cdot 10^{-4}$;
 для В: 1 — $\bar{x} = 0,257 \cdot 10^{-4} \varphi^2 + 87,4 \cdot 10^{-4} \varphi + 430 \cdot 10^{-4}$,
 2 — $\bar{x} = 2,67 \cdot 10^{-4} \varphi^2 - 300 \cdot 10^{-4} \varphi + 1$

отметить, что уменьшение содержания солей в слое 0—20 см определяется и диффузионным переносом их в оросительную воду.

Пьезометрическое давление в указанном слое изменяется в пределах 55—105%, а показатель промывки — от 0,411 до 0,910, т. е. по двухлетним данным в слое почвы 0—20 см в обоих чеках накопление солей не происходит.

Особый интерес представляет изменение солей в зоне перегиба эпюры пьезометрических давлений (рис. 1, Б). В этом случае между \bar{x} и φ отмечена зависимость того же вида, что и в первом случае (1). Давление изменяется от 5 до 95%, а промывка — от 0,10 до 1,40, т. е. в зоне перегиба при давлении свыше 70% происходит накопление солей. В высоком чеке (84), где отсутствует напорность грунтовых вод, давление в зоне перегиба изменяется в пределах от 0 до 52,5%, при этом промывка почвогрунта составляет 0,08—0,70. Таким образом, накопление солей в зоне перегиба происходит лишь на низких участках (чек 87), которые характеризуются некоторой напорностью грунтовых вод. Накопление солей в этом слое возможно как за счет вымывания их из верхних слоев, так и за счет восходящего движения из нижних. При любом из указанных случаев зона перегиба эпюры давлений при наличии напорности грунтовых вод есть глубина активной фильтрации оросительной воды.

Зависимость между средним значением давления (φ) в метровом слое и его промывкой (\bar{x}), представленная на рис. 1, В, 1, указывает на известный уже характер распределения. В чеке 84 давление изменяется в пределах 19,4—77,5%, а промывка — от 0,29 до 0,82. В чеке 87 давление колеблется от 44,1 до 116,2%. При изменении пьезометрического давления от 90% и выше в почвогрунтах происходит накопление солей, которое определяется восходящим движением минерализованных грунтовых вод.

Между изменением солей в метровом слое почвогрунта и давлением воды на глубине 1,0 м (рис. 1, В, 2) существует зависимость вида

$$\bar{x}^2 = a\varphi^2 - b\varphi + c. \quad (2)$$

Минимальное значение \bar{x} (0,40) наблюдается при давлении 55%. Увеличение давления ведет к снижению промывного эффекта, который равен нулю при возникновении напорности грунтовых вод ($\varphi=110\%$). Уменьшение промывки при снижении давления объясняется низкой водопроницаемостью нижних горизонтов почвогрунта, препятствующей поступлению на глубину 1,0 м фильтрующейся оросительной воды. При отсутствии поступления этой воды на указанную глубину промывной эффект равен нулю.

Таким образом, между давлением воды в определенном слое почвогрунта (φ) и его промывкой существует зависимость вида $\bar{x} = a\varphi^2 + b\varphi + c$ с интенсивностью изменения \bar{x} от 0,011 до 0,015 на каждый процент давления. Промывной эффект в общем случае может быть объясним скоростью нисходящего движения оросительной воды. Некоторое снижение интенсивности промывки в слое 0—20 см (0,006—0,007) происходит за счет диффузии солей из этого слоя в оросительную воду, эффект которого обратен скоростному. Зависимость между промывкой метровой толщи почвогрунта (\bar{x}) и давлением грунтовых вод на глубине 1,0 м в конечном счете показывает, что промывной эффект также зависит от скорости движения промывной воды, максимальная величина которой отмечена при давлении 55%. Скорость движения промывной воды через метровую толщу определяется давлением грунтовых вод при их уровне меньше 1,0 м и фильтрационными свойствами почвогрунтов.

Как указывалось выше, представленные участки (чеки) размещаются на различных почвах. На повышенных участках (лугово-каштановые

почвы) общее содержание солей в метровом слое составляет 0,125—0,81%, а на пониженных (глеесолодь) оно значительно выше—0,30—1,46% (рис. 2). Независимо от типа почвы орошение затоплением способствует резкому накоплению в метровом слое сульфатов (14—15 мг·экв SO_4 на каждый процент общего содержания солей), при этом их содержание максимальное. Содержание анионов Cl^- и HCO_3^- в метровом слое практически не изменяется и соответственно

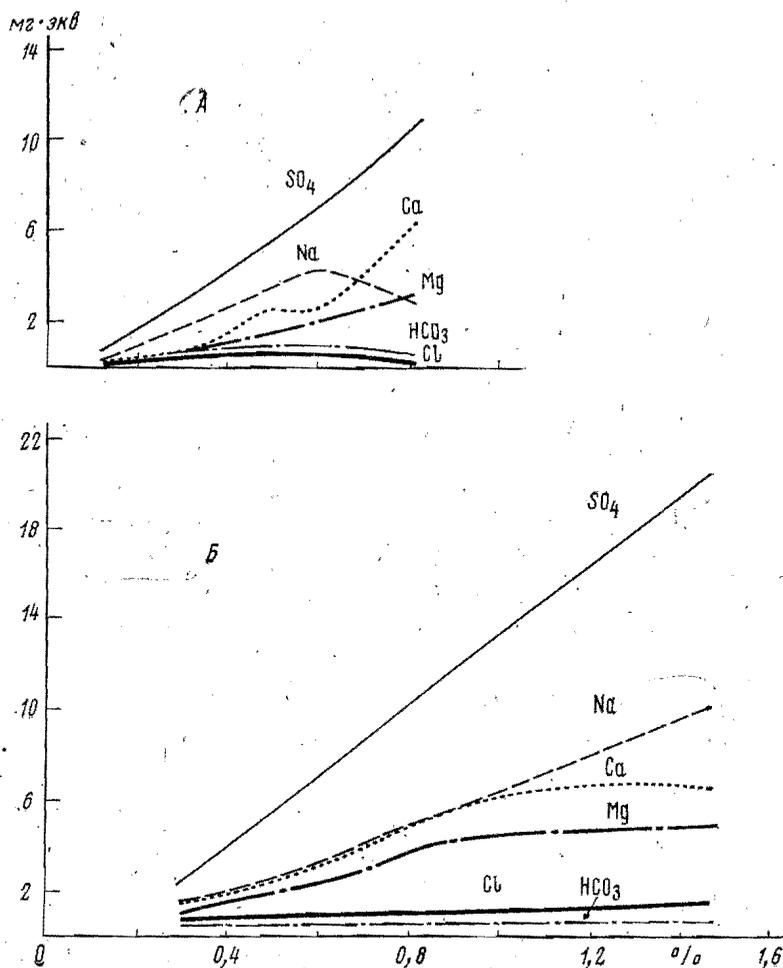


Рис. 2. Зависимость между степенью засоленности (‰) и составом солей в метровом слое почвогрунтов

А — повышенные участки (лугово-каштановые почвы), Б — пониженные участки (глеесолоди)

равно 0,28—0,73—0,61—0,92 мг·экв на повышенных участках и 0,76—2,05—0,40—1,02 мг·экв — на пониженных. Иными словами содержание хлоридов в глеесолодях почти в 3 раза выше, чем в лугово-каштановых почвах. При общем увеличении количества сульфатов в изучаемых почвах качественный состав их имеет существенное различие.

Лугово-каштановые почвы при содержании солей до 0,70% характеризуются преобладанием сульфатов натрия, и только при увеличении концентрации более 0,70% начинается резкое накопление сульфатов кальция.

В глеесолодях содержание сульфатов Na и Ca близко, и лишь при общем содержании солей более 1% идет быстрое увеличение сульфатов натрия.

Повышенные участки рисовых систем, характеризующиеся глубоким стоянием грунтовых вод в межвегетационный период и наличием нисходящего тока в вегетационный период, подвергаются промывке всей метровой толщи с уменьшающейся интенсивностью с глубиной ($\bar{x}=0,29$ в слое 0—20 см; $\bar{x}=0,82$ в слое 80—100 см). Промывка солей в слое 0—40 см вызывает уменьшение содержания сульфатов натрия, а в нижних слоях — сульфатов кальция. Слабое колебание промывки хлора объясняется незначительным его содержанием и недостаточно точным методом определения такого количества.

Пониженные участки рисовых систем, на которых грунтовые воды в межвегетационный период залегают на глубине 1,0 м и менее, а в вегетационный период обладают некоторой напорностью, характеризуются как уменьшением, так и накоплением солей. Уменьшение содержания солей отмечается в слое 0—40 см ($\bar{x}=0,70—0,81$) за счет уменьшения хлоридов кальция. В более глубоких слоях (40—100 см) отмечено накопление солей со средней концентрацией 1,40.

Из всего вышесказанного следует, что солевой режим почвогрунтов рисовых оросительных систем определяется не столько типом почв, сколько их водным режимом, который может быть отточно-промывным или напорным.

Выводы

1. Изменение содержания воднорастворимых солей в почвогрунтах рисового поля определяется их водным режимом.

2. Перегиб эпюры пьезометрического давления в почвогрунтах на повышенных участках объясняется резким возрастанием скоростей нисходящего тока оросительной воды. На пониженных участках эта зона определяется глубиной активной фильтрации оросительной воды.

3. На пониженных участках рисовых систем, характеризующихся близким уровнем грунтовых вод в межвегетационный период (меньше 1,0 м) и напорностью их в вегетационный период, возможно накопление солей, вызываемое восходящим движением минерализованных грунтовых вод.

Литература

1. *Аверьянов С. Ф.* Некоторые вопросы предупреждения засоления орошаемых земель и меры борьбы с ним в Европейской части СССР. В сб.: Орошаемое земледелие в Европейской части СССР. «Колос», 1965.
2. *Аверьянов С. Ф.* Фильтрация из каналов и ее влияние на режим грунтовых вод. В сб.: Влияние оросительных систем на режим грунтовых вод. Изд. АН СССР, 1956.
3. *Андрюшин М. А.* Динамика движения воды и солей под рисовой картой с дренажем. Тр. ВНИИ риса, вып. 3. Краснодар, 1973.
4. *Жуковский Н. Е.* О влиянии давления на насыщенные водой пески. Полн. собр. соч., т. 7. М., 1937.
5. *Зайцев В. Б.* Рисовая оросительная система. «Колос», 1968.
6. *Зайцев В. Б., Попов А. А., Фишер Э. Е.* Вторичное засоление почв под рисом в сухостепной и полупустынной зонах. Гидротехника и мелиорация, 1973, № 4.
7. *Тулякова З. Ф.* Рис на засоленных землях. «Колос», 1971.

Украинская НИ станция
риса МСХ УССР

Дата поступления
30.III.1976 г.

О. V. KHARCHENKO

WATER AND SALT REGIMES OF SOILS OF A FLOODED PADDY FIELD

It has been found that the intensity of washing irrigation of soils in a flooded paddy field is determined by the piezometrical soil head water. A withdrawal-washing regime being found on elevated plots, and a head regime — on lowered ones.