

ние почвы принесет несомненную пользу в комбинации с капельным орошением, поскольку такой способ полива требует разрыхленного слоя почвы.

Список использованных источников

- 1 Ахмедов, Х. А. Осушительные мелиорации / Х. А. Ахмедов. – Ташкент, 1975.
- 2 Мелиоративный мониторинг и кадастр орошаемых земель / Ф. А. Бараев [и др.]. – Ташкент: ТИИМ, 2008.
- 3 Методика полевых опытов в условиях орошения / УзНИИХ. – 1981.

УДК 631.6

Н. Шайманов, Н. Аллабергенев, Ф. А. Бараев, Р. Р. Абдураупров

Ташкентский институт ирригации и мелиорации, Ташкент, Республика Узбекистан

ЗАВИСИМОСТЬ ПАРАМЕТРОВ РИСОВЫХ ЧЕКОВ ОТ ОБЪЕМОВ ПЛАНИРОВОЧНЫХ РАБОТ, ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ, ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЗАТОПЛЕНИЯ И ВОДНОЙ ЭРОЗИИ НА ПОВЕРХНОСТИ ПОЛЯ

В статье приведены результаты исследований, посвященных планировке, которая является одним из приемов, способствующих равномерному увлажнению орошаемого поля и снижению поливных и оросительных норм. Применяемые на сегодняшний день методы проектирования и технология планировки не учитывают просадочность почвогрунтов, поэтому в данной работе авторами сделана попытка восполнить данный пробел. Дан сравнительный анализ параметров карты краснодарского типа и карты-чека широкого фронтального затопления.

Ключевые слова: рисовые чеки, планировка участков, плодородие почвы, продолжительность затопления, ирригационная эрозия.

Планировка является одним из приемов, способствующих равномерному увлажнению орошаемого поля и снижению поливных и оросительных норм. Применяемые на сегодняшний день методы проектирования и технология планировки не учитывают просадочность почвогрунтов, поэтому в данной работе авторами сделана попытка восполнить данный пробел.

Параллельно с производственными был выполнен определенный объем теоретических исследований по установлению наличия закономерных связей между параметрами карт краснодарского типа (ККТ) и карт-чеков широкого фронта затопления (КЧШФ) и:

- объемами планировочных работ, уклонами местности и допустимой толщиной срезаемого грунта;
- производительностью сельскохозяйственной техники;
- продолжительностью первоначального затопления чеков;
- размерами эрозионных размывов грунта непосредственно за водовыпусками в чеки;
- особенностями гидродинамического, температурного, солевого режимов воды и урожайности риса в каждой точке поверхности чеков.

Также авторами была теоретически проверена идея о том, что достичь устранения и существенного снижения площадей развития пассивной зоны движения грунтовых вод на ККТ и КЧШФ можно путем разумного уменьшения ширины чеков и устройства загущенного глубокого междолевой дренажа. Причем дренаж обязательно должен быть закрытым, в противном случае (если дренаж строить открытым) осуществление идеи встретит серьезные препятствия из-за опасности резкого снижения коэффициента земельного использования.

При теоретическом исследовании использовалась функция $W_{\pi} = f(J_0, \omega_4)$, имеющая функциональную зависимость:

$$W_{\pi} = 10^5 \cdot J_0 \cdot Z \cdot \sqrt{\omega_4}, \quad (1)$$

где W_{π} – объем планировочных работ, м³/га;

J_0 – средний уклон местности;

Z – безразмерная функция от угла поворота α длинной стороны чека относительно линии, перпендикулярной уклону J_0 , и коэффициента формы сторон чека λ ;

ω_4 – площадь чека, га.

Обычно $\alpha = 0$.

Функция Z имеет два вида:

$$\text{ - при } \operatorname{tg} \alpha \leq \lambda \quad Z = \left(1,25 \cdot \lambda \cdot \cos \alpha + 0,42 \frac{\sin^2 \alpha}{\lambda \cdot \cos \alpha} \right) \cdot \sqrt{\frac{1}{\lambda}};$$

$$\text{ - при } \operatorname{tg} \alpha \geq \lambda \quad Z = \left(1,25 \cdot \lambda \cdot \sin \alpha + 0,42 \frac{\lambda \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha} \right) \cdot \frac{1}{\sqrt{\lambda}}.$$

Учитывая, что в большинстве случаев $\alpha = 0$, значение функции Z существенно упрощается:

$$Z = 1,25 \cdot \sqrt{\lambda}.$$

Глубину срезки грунта с поверхности чека при заданных α авторами рекомендуется определять:

- для случая, когда $\alpha = 0$ и известна сторона B , параллельная горизонталям, по зависимостям:

$$h_{\text{ср. max}} = \frac{J_0 \cdot B}{2}, \quad (2)$$

$$h_{\text{ср.}} = \frac{J_0 \cdot B}{4}, \quad (3)$$

где $h_{\text{ср. max}}$ и $h_{\text{ср.}}$ – максимальная и средняя глубина слоя грунта, срезаемого с поверхности чека, м

Подставляя в формулы (2) и (3) значение J_0 из выражения (1), можно записать:

$$h_{\text{ср. max}} = \frac{W_{\pi} \cdot B}{2 \cdot 10^5 \cdot Z \cdot \sqrt{\omega_4}},$$

$$h_{\text{ср.}} = \frac{W_{\pi} \cdot B}{4 \cdot 10^5 \cdot Z \cdot \sqrt{\omega_4}}.$$

Из указанного нетрудно сделать вывод, что глубина срезки грунта прямо пропорциональна объему планировочных работ W_{π} и обратно пропорциональна корню квадратному из площади чека;

- для случая, когда $\alpha \neq 0$, проектирование планировочных работ производится на чеке, который расположен по уклону J_1 , отличному от основного уклона J_0 :

$$J_1 = J_0 \cdot \frac{1}{\cos \alpha}.$$

Отсюда значения глубины срезов грунта предлагается определять по зависимостям:

$$h_{\text{ср. max}} = \frac{J_0 \cdot B}{2 \cdot \cos \alpha},$$

$$h_{\text{ср}} = \frac{J_0 \cdot B}{4 \cdot \cos \alpha}.$$

С учетом вышеприведенных формул получим:

$$h_{\text{ср. max}} = \frac{W_{\text{п}} \cdot B}{2 \cdot 10^5 \cdot Z \cdot \cos \alpha \cdot \sqrt{\omega_4}},$$

$$h_{\text{ср.}} = \frac{W_{\text{п}} \cdot B}{4 \cdot 10^5 \cdot Z \cdot \cos \alpha \cdot \sqrt{\omega_4}}.$$

С увеличением угла α глубина срезок будет возрастать. Значения $h_{\text{ср. max}}$ в практических расчетах не должны превышать максимально допустимой глубины срезки, которая принимается в зависимости от типа почвогрунтов. В случаях, когда в вершинах отдельных квадратов планировки площади чека величина $h_{\text{ср. max}}$ превышает допустимые пределы, необходимо планировку указанных участков производить кулисным способом.

Проекты строительства рисовых оросительных систем на территории Узбекистана выполняются до настоящего времени с учетом пунктов технических указаний по проектированию и производству планировки орошаемых земель 1966 г., в которых сообщается [1, 2]: «На почвах со средним гумусным слоем или при отсутствии такового, в условиях жаркого климата, преимущественно в Средней Азии, срезка почвенного слоя при планировке как по величине, так и по площади срезки не лимитируется».

В 1970 г. этот ошибочный тезис из инструкций был изъят, а пользование им продолжается. Так, например, проектировщики ряда рисоводческих хозяйств Каракалпакии считают, что в данном районе рисосеяния весь расчетный слой почвы представлен высокоплодородными илистыми отложениями, поэтому срезки даже до 40 см к существенному снижению урожаев не приведут. Однако результаты исследований НИИИВП при Ташкентском институте ирригации и мелиорации (А. Р. Рамазанов) ставят под серьезное сомнение утверждения проектировщиков и подтверждают справедливость исправлений в указанных выше рекомендациях. На лугово-такырных почвах низовий Амударьи содержание гумуса в верхнем слое 0–50 см составляет 1,0–1,5 %, на песчаных почвах – 0,43–0,58 %. С глубиной гумусированность почв резко падает (А. Р. Рамазанов). Илистые отложения еще не гумус, для их переработки микроорганизмам требуются многие годы, особенно в анаэробных условиях почв на рисовых оросительных системах. Благотворное влияние ила, несомненно, сказывается на ускорении процесса роста плодородия почв, но это не значит, что можно свободно пренебрегать верхним бесценным гумусным слоем.

В таблице 1, составленной авторами на основании данных исследований ряда ученых (В. Т. Льва, А. Р. Рамазанова, М. Т. Когая и др.), представлены допустимые величины срезок верхнего слоя различных типов почвогрунтов зон рисосеяния Узбекистана.

Из таблицы 1 следует, что допустимая толщина срезаемого грунта во многом зависит от способа планировки и имеет большое значение при определении площадей чеков.

Кроме этого, площадь чека должна быть увязана с производительностью сельскохозяйственной техники. Анализ данных свидетельствует о том, что эта проблема более остро стоит на ККТ, чем на КЧШФ.

Существенные преимущества конструкции КЧШФ проявляются и при сравнительной с ККТ оценке скорости создания слоя воды на поверхности земли. Выполненные теоретические исследования этого вопроса полностью доказали, что КЧШФ затопляются значительно быстрее, чем ККТ.

Таблица 1 – Зависимость содержания гумуса при срезке разных слоев почв при планировке поливных участков

Тип почвы	Содержание гумуса (%) в различных слоях почв (см)						Допустимая максимальная глубина срезки почвенного слоя, см	
	0–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–70	обычная (вертикальная) планировка	кулисная планировка
Лугово-болотные	3,4	3,2	2,2	1,8	1,1	Меньше 0,6	30	50
Лугово-такрыные	2,4	2,0	1,8	1,7	1,0	Меньше 0,8	20	40
Песчаные	0,6	0,4	0,1	Следы	-	-	10	20

На чеки ККТ подача воды осуществляется через трубчатые водовыпуски типа ВОЧ или ВОЧПП. Поэтому распределение воды по чеку можно представить в виде растекания струй от источника по лучам согласно теории гидромеханики о потенциальном течении несжимаемой жидкости (А. Н. Патрушев). Идея о применения законов гидромеханики впервые возникала у авторов при попытках математического описания закономерностей перемещения водных масс по поверхности рисовых чеков. Такая модель была создана, и на основе ее решен ряд интересных задач, в том числе задача о скорости затопления рисового чека. При заданном расходе воды в чек $Q_k = \text{const}$ удельный расход каждой элементарной струйки по направлению лучей будет равен:

$$q = \frac{Q_k}{I_g},$$

где q – удельный расход каждой элементарной струйки по направлению лучей;

Q_k – заданный расход воды;

I_g – длина дуги М – N, перпендикулярно которой распределяются струи:

$$I_g = \frac{2 \cdot \pi \cdot B}{2} = \pi \cdot B.$$

Длины лучей, по которым движутся струйки воды, изменяются от $S = B$ до $S = \text{Б}$ и $S = I$. Так как удельные расходы по лучам постоянны, то есть $q = \text{const}$, то продолжительность движения по ним будет зависеть от их длин I_g . Определим продолжительность движения воды по лучам ВБI. Для этого запишем в виде:

$$q = \frac{\omega \cdot S}{t},$$

где ω – площадь поперечного сечения струйки воды, движущейся по лучу:

$$\omega = h \cdot l,$$

где h – средняя глубина слоя воды по лучу;

S – длина луча;

t – продолжительность движения воды по лучу.

Выделив время $t = \frac{h \cdot S}{q}$ и подставив вместо S конкретные значения, получим:

$$t_B = \frac{h \cdot B}{q}, t_{\text{Б}} = \frac{h \cdot \text{Б}}{q}, t_I = \frac{h \cdot I}{q}.$$

В общем случае для любого луча, имеющего угол φ , значение может быть определено из выражения:

$$\text{ - на участке чека } 0 \leq \varphi \leq \arctg \frac{I}{B} \quad t_1 = \frac{B \cdot h}{q \cdot \cos \varphi};$$

$$\text{ - на участке чека, где } \arctg \frac{I}{B} \leq \varphi \leq 90^\circ, \quad t_2 = \frac{I \cdot h}{q \cdot \cos(90 - \varphi)}.$$

Наибольшая продолжительность движения воды по чеку будет по лучу $S = B$, наименьшая – по лучу $S = B$.

На КЧШФ распределение расхода Q по площади происходит не из одной точки водовыпуска, а по всей длине картового оросителя. Все струи распределены перпендикулярно оросителю и имеют одинаковую длину лучей: $S = B$.

Удельный расход каждой струи:

$$q_n = \frac{1}{I},$$

где Q_1 – расход, поступающий на одну половину площади чека:

$$Q_1 = \frac{Q}{2},$$

где Q – расход воды в чек.

Продолжительность затопления луча слоем h будет равна:

$$t = \frac{h \cdot B}{q_n}.$$

Сравним продолжительность времени затопления чеков на ККТ и КЧШФ, для чего составим отношения:

$$\text{ - } \frac{t_1}{t} = \frac{\pi \cdot B}{I \cdot \cos \varphi} \text{ для случая } 0 \leq \varphi \leq \arctg \frac{I}{B};$$

$$\text{ - } \frac{t_2}{t} = \frac{\pi}{\cos(90 - \varphi)} \text{ для } \arctg \frac{I}{B} \leq \varphi \leq 90^\circ.$$

Из расчетов следует, что $\frac{t_1}{t}$ обычно больше или меньше единицы, а $\frac{t_2}{t} \geq 3,14$.

При $\frac{B}{I} = 0,1 \dots 0,3$ значения $\frac{t_1}{t} < 1$ только на части площади чеков ККТ.

При $\frac{B}{I} > 0,3$ отношение $\frac{t_1}{t} > 1$ для всей площади чеков ККТ.

Приняв $t_1 = t$, получим:

$$\frac{W_{t_1}}{W} = \frac{B \cdot \operatorname{tg} \left(\arccos \frac{\pi \cdot B}{I} \right)}{2 \cdot I},$$

где W_{t_1} – часть площади чека ККТ, где $t \leq t_1$;

W – площадь чека ККТ.

$$\text{Для } \frac{B}{I} = 0,1 \quad \frac{W_{t_1}}{W} = 0,151, \text{ или } 15 \%; \quad \frac{B}{I} = 0,2 \quad \frac{W_{t_1}}{W} = 12,4 \% \text{ и } \frac{B}{I} = 0,3 \quad \frac{W_{t_1}}{W} = 5,34 \%,$$

т. е. на чеках ККТ с отношением сторон $\frac{B}{I} = 0,1 \dots 0,3$ площадь с продолжительностью затопления $t_1 \leq t$ составляет не более 5–15 %. На остальных 75–95 % площади чеков ККТ имеет место неравенство $t_1 \geq t$.

Среднее превышение продолжительности затопления чеков ККТ по сравнению с КЧШФ в интервале $0 \leq \varphi \leq \arctg \frac{I}{B}$ равно:

$$\left(\frac{t_1}{t}\right)_{\text{ср.}} = \frac{\left(\frac{t_1}{t}\right)_{\varphi=0} + \left(\frac{t_1}{t}\right)_{\varphi=\arctg \frac{I}{B}}}{2} = \frac{\pi \cdot B}{2 \cdot I} \cdot \left[1 + \sec\left(\arctg \frac{I}{B}\right)\right].$$

В интервале $\arctg \frac{I}{B} \leq \varphi \leq 90^\circ$ превышение равно:

$$\left(\frac{t_2}{t}\right)_{\text{ср./}} = \frac{\pi}{2} \cdot \left[1 + \operatorname{cosec}\left(\arctg \frac{I}{B}\right)\right].$$

Среднее превышение продолжительности затопления чеков ККТ по сравнению с КЧШФ в полном интервале $0 \leq \varphi \leq 90^\circ$ запишется в виде:

$$\frac{t_k}{t} = \frac{\left(\frac{t_1}{t}\right)_{\text{ср./}} + \left(\frac{t_2}{t}\right)_{\text{ср./}}}{2} = \frac{\pi}{4} \cdot \left[\frac{B}{I} \cdot (1 + \operatorname{stg} \varphi) + (1 + \operatorname{cosec} \varphi)\right],$$

где t_k – среднее значение продолжительности затопления чеков ККТ.

Результаты выполненных теоретических исследований позволяют сделать следующее заключение: затопление чеков ККТ на 75–95 % площади длится в 2–4 раза дольше, чем затопление КЧШФ. Характерно, что только при $\frac{B}{I} = 0,1 \dots 0,3$ на участках поверхности чеков ККТ, непосредственно прилегающих к водовыпускам и занимающих 5–15 % площади, продолжительность затопления в 2–3 раза меньше, чем на КЧШФ. Достоверность теоретических положений подтверждается высокой сходимостью их с результатами полевых замеров.

Помимо изложенного, было установлено, что на участках, непосредственно прилегающих к водовыпускам, имеет место водная эрозия поверхности земли чеков ККТ. На КЧШФ водная эрозия поверхности не происходит.

Выводы

1 Выполненные исследования показали, что при проектировании и производстве планировочных работ следует обращать внимание на толщину возможных срезок грунта с поверхности поля.

2 Размеры и параметры поливного участка необходимо назначать такими, чтобы слой срезки был минимальным, а объем срезок был равен объему подсыпок.

3 Затопление чеков ККТ на 75–95 % площади длится в 2–4 раза дольше, чем затопление КЧШФ.

Список использованных источников

1 Батраков, Ю. Г. Планировка орошаемых земель / Ю. Г. Батраков, И. А. Дзядевич. – М., 1964. – 54 с.

2 Вавилов, А. Н. К вопросу проектирования планировки орошаемых полей / А. Н. Вавилов, С. М. Кривовяз // Труды САНИИРИ. – 1969. – Вып. 84. – С. 145–164.