

Определение оросительной нормы при поливе по бороздам

С.А. Апальков¹, А.Ф. Апальков², С.Г. Курень², Ю.В.Марченко²

¹НИМИ им. А.К. Кортунова Донской ГАУ, г. Новочеркасск,

²Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

Аннотация: В статье приведены расчеты оросительной нормы, которую необходимо строго соблюдать для экономного расходования воды при поливе по бороздам. Применение перфорированного пленочного полиэтиленового экрана обеспечит необходимую влагоемкость в течение всего сезона. Стабилизация режима орошения обеспечит получение высоких урожаев при соблюдении требований закона об охране окружающей среды. Предложены наиболее эффективные агротехнические условия и даны рекомендации.

Ключевые слова: аэрация, орошение, вегетация, оросительная норма, перфорированное полиэтиленовое покрытие, переувлажнение, лужеобразование, влагосодержание, откосы, капилляры, объем воды, борозда.

При поливе сельскохозяйственных культур наблюдаются большие потери оросительной воды, что приводит к негативным последствиям в зоне орошаемого земледелия. Это не только экономические убытки, но и возникающие экологические проблемы с перекосами в применении агрохимии, что наносит непоправимый ущерб природе и здоровью населения [1-3]. Актуальность данной темы подтверждается и тем, что она является одной из составляющих комплекса мер государства по обеспечению граждан страны высококачественным и безопасным продовольствием [4].

Целью данного исследования является разработка агротехнических мероприятий по поддержанию постоянной почвенной влаги в течение всего вегетационного периода с экономным расходованием поливной воды и рациональным применением агрохимических мер.

Оросительная норма — (или дефицит водообеспеченности) это количество воды определенного качества, которое необходимо подать за весь оросительный период на 1 га орошаемой площади дополнительно к естественным запасам ее в почве, чтобы получить запланированную урожайность в конкретных природно-климатических условиях.

Оросительную норму обычно определяют по формуле [5]:

$$J_{n,nt} = d_{wb} + V_{et}$$

где $J_{n,nt}$ – оросительная норма нетто, м³/га;

d_{wb} – дефицит влаги в водном балансе, мм;

V_{et} – технические потери воды на орошаемом поле в результате инфильтрации ниже расчетного слоя, сброса воды за пределы поля, испарения в процессе полива.

Дефицит влаги в водном балансе (мм) рассчитывается по зависимости

$$d_{wb} = ET_{crop} - p_e - (V_{st} - V_{end}) - V_{q.ds}$$

где ET_{crop} – суммарное водопотребление культуры за расчетный период, м³/га;

p_e – эффективные атмосферные осадки за расчетный период заданной обеспеченности, м³/га;

V_{st}, V_{end} – соответственно запас влаги на начало и конец вегетационного периода, м³/га;

$V_{q.ds}$ – объем воды, используемый растениями из грунтовых вод, м³/га.

Таким образом, оросительную норму, где учитываются все элементы водного баланса можно записать в виде

$$d_{wb} = ET_{crop} - p_e - (V_{st} - V_{end}) - V_{q.ds} + V_{et}$$

Следовательно, для расчета величины оросительной (нетто) нормы, необходимо знать запас влаги на начало и конец вегетационного периода (м³/га), полезно используемые осадки (м³/га), подпитывание грунтовых вод и определить величину суммарного водопотребления культур (м³/га), ET_{crop} .

Суммарное водопотребление определяется многими методами [6-7].
Рассмотрим основные из них.

I. Метод водного баланса ($m^3/га$)

$$ET_{crop} = p_e + (V_{st} - V_{end}) + V_{q.ds} + J_{n,nt},$$

II. Метод теплового баланса. Определяется радиационный баланс

$$R = LET_{crop} + B + T,$$

где R – радиационный баланс, ккал/га;

L – скрытая теплота испарения, m^3 ;

B – количество тепла, идущего на нагрев почвы, ккал/га; Дж/га;

T – турбулентный поток тепла, Дж/га, ккал/га.

$$ET_{crop} = \frac{1}{L}(R - B - T)$$

III. Полуэмпирические методы (опытные)

1. Метод И.А. Шарова. Определяется суммарное водопотребление по следующей зависимости ($m^3/га$)

$$ET_{crop} = e \sum t,$$

где e – модуль испарения, приходящий на 1 градус тепла, $m^3/гр.$;

$\sum t$ – сумма среднесуточных температур воздуха за вегетационный период, $^{\circ}C$.

2. Метод А.М. Алпатьева

$$ET_{crop} = K \sum d,$$

где K – коэффициент биологической кривой, расчетной;

$\sum d$ – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за расчетный период, мм.

3. Метод А.Н. Костякова, основанный на знании коэффициента водопотребления

$$ET_{crop} = K_v \cdot Y,$$

где K_v – коэффициент водопотребления, м³/га;

Y – плановая урожайность основной продукции, т/га.

В наших условиях суммарное водопотребление будет определено по формуле А.Н. Костякова. Если запасы влаги на начало и конец вегетационного периода неизвестны, то величину оросительной нормы можно определить по зависимости [7]:

$$J_{n,nt} = ET_{crop} - \mu_1 P_1 - \mu_2 P_2 - \mu_3 P_3 - V_{q.ds},$$

где $\mu_1 P_1; \mu_2 P_2; \mu_3 P_3$ – полезно используемые осадки заданной обеспеченности за вегетационный, невегетационный тепловой и невегетационный холодный периоды, м³/га.

Для разработки полива по проточным бороздам необходимо провести следующие расчеты. К элементам техники полива относятся: Dir – поливная норма, м³/га; i – продольный уклон; l_f – длина поливной борозды, м; q_f – расход борозды, м³/с; t – время добегаания, час; K_0 – скорость впитывания, м/ч; a – коэффициент, учитывающий затухание скорости впитывания. Имея эти параметры и используя формулы гидравлики для установившегося процесса движения воды, можно определить расход борозды (q_f), длину борозды (l_f), продолжительность подачи в борозду (t).

В соответствии с расчетом, задаваясь поливной нормой (Dir), можно найти длину борозды, объем воды, поглощаемый почвой и время полива.

Для определения длины борозды можно воспользоваться формулой

$$l_f = \frac{10000 \cdot q_f \cdot t}{Dir \cdot a},$$

где q_f – расход борозды, м³/с;

t – продолжительность подачи воды в борозду, с.

По уравнению А.Н. Костякова определяется объем воды, подаваемой в борозду при поливе без сброса: это уравнение учитывает объем воды, который поглощается почвой [6]:

$$V_1 = \frac{Dir \cdot a \cdot l_f}{10000} = w_{cp} \cdot \beta \cdot t,$$

где w_{cp} – средняя скорость впитывания, м/ч;

β – активный смоченный периметр.

$$\beta = v \cdot d_f \sqrt{1 + m^2},$$

где v – коэффициент, учитывающий боковое поглощение почвы в откосы борозды капиллярным путем (принимается в зависимости от состава почв: для тяжелых почв $v = 2,5$; средних – 2,0; легких – 1,5).

$$V_1 = w_{cp} \cdot \beta \cdot t^{1-a}$$

Время, в течение которого продолжается подача воды в борозду, определяется по формуле:

$$t = \left(\frac{Dir \cdot a}{10000 \cdot w_o \cdot \beta} \right)^{1/1-a}$$

Приведенная методика определения параметров техники по бороздам хорошо согласуется с обработкой результатов, полученных при исследовании в натуральных условиях [7-10]. Полив по проточным бороздам нуждается в совершенстве, так как увлажнение почвы по длине борозды неравномерное, что приводит к негативным последствиям. Не всегда удается определить оросительную норму с тем, чтобы обеспечить режим орошения сельскохозяйственных культур. Поэтому в период развития растений

необходимо обеспечить постоянное влагосодержание. При любом поливе в условиях орошаемого земледелия всегда требуется экономно расходовать поливную воду. В систему агротехнических мероприятий входят задачи по поддержанию постоянной почвенной влаги в течение всего вегетационного периода. По проведенным исследованиям, можно заключить, что применение перфорированного пленочного полиэтиленового экрана обеспечивает необходимую влагоемкость в течение всего сезона. Режим орошения в этом случае стабилизируется, что обеспечивает получение высоких урожаев.

Для этого необходимо выполнять следующие агротехнические условия:

- постоянно поддерживать в почве оптимальную для роста и развития растений влажность, что способствует сохранению структуры, водно-физических свойств и плодородия почвы;
- при поверхностном поливе не допускать процесса лужеобразования, поверхностного стока и водной эрозии почвы;
- не допускать переувлажнения почвы, исключив сброс воды за пределы зоны аэрации, которой является причиной пополнения и подъема грунтовых вод, и, как правило, засоления и заболачивания земель.

Чтобы выполнить эти агротехнические требования, необходимо в течение всего вегетационного периода принять строго расчетные оросительные нормы в зависимости от влажности. И что касается сохранения влажности в активном слое почвы, то по рекомендациям [8] в производственных условиях необходимо ее контролировать систематически через каждые 5-10 дней. Установлено, что очередной вегетационный полив назначают тогда, когда влажность приближается к нижнему порогу (0,6-08НВ).

Выводы

1. Рассчитанную оросительную норму необходимо строго соблюдать для экономного расходования воды при поливе по бороздам для поддержания постоянной почвенной влаги в течение всего вегетационного периода.
-

2. За счёт применения перфорированного пленочного полиэтиленового экрана обеспечивается необходимая влагоемкость в течение всего сезона.
3. При соблюдении всего комплекса указанных агротехнических требований можно обеспечить получение высоких урожаев.

Литература

1. Курень С.Г., Рябых Г.Ю., Фролова Н.В., Кулиничева А.Е. Исследование влияния загрязнения воды на сельское хозяйство / Наука и образование в XXI веке: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 октября 2018 года. Часть 2. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2018. С. 63-64.
2. Елисеева Т.П., Ежова И.М., Лакирбая И.Д. Исследование воздействия техногенных факторов на окружающую среду с целью обоснования управленческих решений по обеспечению экологической безопасности регионов России // Инженерный вестник Дона, 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2361.
3. Манжилевская С.Е., Шилов А.В., Чубарова К.В. Организационный инжиниринг // Инженерный вестник Дона, 2015, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3155
4. Курень С.Г., Рябых Г.Ю., Кулиничева А.Е. Статистические методы исследования влияния состояния окружающей среды на продовольственную проблему / Инновационные технологии в науке и образовании (ИТНО-2018): материалы VI Международной научно-практической конференции (с. Дивноморское, 05-09 сентября 2018 г.) / Донской гос. техн. ун-т. – Ростов-на-Дону: ДГТУ-Принт, 2018. С. 414 – 418.
5. Сенчуков Г.А., Шкура В.Н., Бондаренко О.Е. и др. Сборник лекций по мелиорации земель. – Новочеркасск: НГМА, 2002. – Ч.1.– С. 62-64, 178-181.

6. Степанов П.М., Овчаренко И.Х., Скобельцин Ю.А. Справочник по гидравлике для мелиораторов. – М.: Колос, 1989. – 207 с.
7. Ильинская И.И. Нормирование водопотребности для орошения сельскохозяйственных культур на Северном Кавказе: Монография. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2001. – С. 92-105, 137-141.
8. С.А. Апальков, А.Ф. Апальков, Н.П. Погорелов. Теория водопроницаемости пленочного перфорированного покрытия борозды при поверхностных способах полива. Инновационные технологии в науке и образовании. ИТНО-2016: Сборник научных трудов научно-методической конференции, посвященной проблемам импортозамещения в АПК РФ (г. Ростов-на-Дону - г. Зерноград - п. Дивноморское, 11-17 сентября, 2016 г.).- Ростов-на-Дону.- Зерноград: СКНИИМЭСХ.- 2016.- С. 156-162
9. Moskovsky, M.N., Kovaleva, A.V., Kuren, S.G. Using of the pneumatic blow method at the contactless threshing of grains / 2017 ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences 12 (22), pp.6414
10. Allen R.R., Musick J.T. Deep ripping and blocked furrow effects on lower 1/3 furrow irrigation infiltration // Appl. Engg in Agr. 2001. - Vol. 17, №1.- pp.41 -48.

References

1. Kuren S.G., Ryabykh G.Yu., Frolova N.V., Kulinicheva A.E. Issledovanie vlijaniya zagryaznenija vody na selskoje hozjajstvo. Nauka i obrazovaniye w XXI veke: sbornik nauchnyh trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii 31 oktjabrja 2018 goda. P. 2. Tambov: Konsaltingovaja kompanija Yukom. 2018, pp. 63-64.
 2. Eliseeva T.P., Ezhova I.M., Lakirbaja I.D. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2014. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2361.
 3. Manzhilevskaja S.E., Shilov A.V., Chubarova K.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2015. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3155
-



4. Kuren S.G., Ryabykh G.Yu., Kulinicheva A.E. Statisticheskije metody issledovaniya vlijaniya sostojaniya okruzhajushhey sredy na prodovolstvennuju problem. Innovatsionnyje tehnologii v nauke i obrazovanii (ITNO-2018): Materialy Mezhdunarodnoj VI nauchno-prakticheskoy konferencii (p. Divnomorskoje, 05-09 sentjabrja 2018 g.). Donskoy gos. techn. Univ. Rostov-na-Donu: DGTU-Print, 2018, pp. 414–418.
5. Senchukov G.A., Shkura V.N., Bondarenko O.E. et al. Sbornik lektsyj po melioratsii zemel [Collection of lectures on land reclamation]. Novochoerkassk: NGMA, 2002. P 1, pp. 62-64, 178-181.
6. Stepanov P.M., Ovcharenko I.Ch., Scobeltsin Yu.A. Spravochnik po gidravlike dlja melioratorov [Handbook of hydraulics for irrigators]. M.: Kolos, 1989. 207 p.
7. Iljinskaja I.I. Normirovanie vodopotrebnosti dlja oroshenija selskochozjajstvennykh kultur na Severnom Kavkaze [Rationing water to irrigate crops in the Northern Caucasus]: Monografija. Novochoerkassk: YuRGTU, 2001, pp. 92-105, 137-141.
8. Apalkov S.A., Apalkov A.F., Pogorelov N.P. Innovatsionnyje tehnologii v nauke i obrazovanii (ITNO-2016): Sbornik nauchnykh trudov nauchno-metodicheskoy konferencii, posvjaschjonnoj problemam importozameschenija v APK RF (p. Divnomorskoje, 11-17 sentjabrja 2016 g.). Rostov-na-Donu - Zernograd - p. Divnomorskoje: SKNIIMESH, 2016. pp. 156-162.
9. Moskovsky M.N., Kovaleva A.V., Kuren S.G. 2017 ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences 12 (22), pp.6414.
10. Allen R.R., Musick J.T. Appl. Engg in Agr. 2001. - Vol. 17, №1. pp.41-48.