

ИЗУЧЕНИЕ ДОПУСТИМОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРЕРЫВИСТОГО ДОЖДЕВАНИЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВАХ (НА ПРИМЕРЕ МАШИНЫ BAUER RAINSTAR T-61)

В. И. Желязко, доктор сельскохозяйственных наук

В. М. Лукашевич, аспирант

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия
г. Горки, Беларусь

Ключевые слова: допустимая интенсивность, допустимые поливные нормы, прерывистое дождевание.

Введение

Анализ природно-климатических и почвенных условий Республики Беларусь показывает, что развитие сельскохозяйственного производства практически невозможно без мелиоративного улучшения сельскохозяйственных угодий. Повторяющиеся в последнее время частые засухи, а также неравномерное выпадение осадков в вегетационный период не позволяют получать стабильные урожаи сельскохозяйственных культур без орошения. Недостаток влаги сводит к минимуму влияние на урожай всех остальных факторов (удобрений, защиту растений, качество семян, обеспеченность техникой и т. д.). Однако высокая эффективность орошения обеспечивается, если дождь, создаваемый машинами, отвечает определенным агротехническим требованиям, так как растениям важно не только дать необходимое количество воды, но и обеспечить при этом определенные качественные показатели технологии [1].

Одним из таких критериев, который определяет степень влияния дождевания на почвенное плодородие, является интенсивность впитывания воды в почву, которая зависит от влажности и гранулометрического состава почвы, растительного покрова, состояния поверхности почвы и ее уклона, а также структуры искусственного дождя и физико-механических характеристик поливной жидкости [2]. В связи с большим многообразием факторов, влияющих на допустимую интенсивность дождевания, попытка установить теоретическую зависимость допустимой интенсивности от определяющих ее величину факторов не представляется возможной. Поэтому достаточно обоснованные параметры чаще всего устанавливаются экспериментальным путем при помощи опытного дождевания [3, 4, 5], что и явилось причиной проведения исследований по определению допустимых параметров искусственного дождя в зависимости от впитывающей способности почвы, которая оценивалась по продолжительности полива до стока. Одновременно с этим потребовалось определение допустимых полив-

ных норм и времени полива при прерывистом дождевании на суглинистых почвах мобильной машиной Bauer Rainstar T-61 до образования поверхностного стока.

Основная часть

Опыты проводили на опытном орошаемом поле УО БГСХА «Тушково-1» Горецкого района Могилевской области в 2012—2013 гг. Почвы дерново-подзолистые суглинистые. Водно-физические свойства почвы в слое 0—100 см в среднем характеризуются следующими показателями: плотность — 1,62 г/см³, плотность твердой фазы — 2,65 г/см³, наименьшая влагоемкость — 22,3 % к массе сухой почвы. Растительный покров представлен травостоем высотой от 5 до 20 см. Методика проведения опытов общепринятая [5, 6, 7]. Поливы осуществляли дальнеструйной дождевальной машиной Bauer Rainstar T-61. Характеристики давления в оросительной сети снимали с манометра. Уклон — не более 0,005. Дождевание проводили для трех уровней предполивной влажности (60—70 % НВ; 70—80 % НВ; 80—90 % НВ) для следующих условий:

- I — почва рыхлая после предпосевной обработки;
- II — почва плотная, пар;
- III — растительный покров высотой 5—10 см, в начале вегетации;
- IV — растительный покров высотой 5—10 см, в конце вегетации;
- V — растительный покров высотой 10—20 см, в начале вегетации;
- VI — растительный покров высотой 10—20 см, в конце вегетации.

Перед началом опыта на поверхности почвы устанавливались учетные врезные рамы. Учет поливной нормы проводили с помощью дождемеров. За начало стока принимали момент времени, когда на поверхности учетной площадки образовывались устойчивые лужи с глубиной водного слоя 2—3 см. Продолжительность каждого опыта — 150 мин. Поливная норма — 30 мм. Перед началом полива определяли влажность почвы через 10 см, на глубину верхнего пахотного слоя 0—20 см. Частота вращения вокруг оси дальнеструйного аппарата машины Bauer равняется 0,7 об/мин.

Из литературных источников установлено, что на допустимую интенсивность дождевания существенное влияние оказывает надземная часть растений. Положительное влияние растений связано с уменьшением силы удара капель дождя за счет частичного ее гашения надземной частью растений, что предохраняет структуру верхнего контактного слоя почвы от разрушения. Также известно, что при поддержании расчетного поливного порога влажности почвы (60, 70 или 80 % НВ) в каждом отдельном случае впитывающая способность (при всех прочих условиях для определенного типа почв) будет различной. Именно поэтому будет наблюдаться варьирование допустимой поливной нормы в зависимости от поддержания конкретного уровня предполивного порога влажности, то есть чем меньше его величина, тем большее значение может принимать допустимая поливная норма. Это и определило условия проведения опытов.

По результатам проведенных опытов построены графики значений допустимой

интенсивности при прерывистом дождевании на дерново-подзолистых суглинистых почвах при следующих условиях: частота вращения аппарата 0,7 об/мин; продолжительность полива — 150 мин; поливная норма — 30 мм; напор — 4—5 атм. (рис. 1, рис. 2).

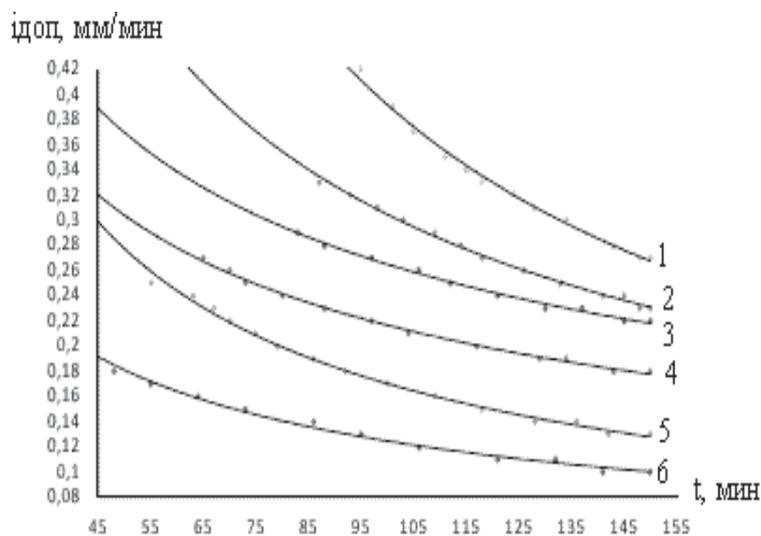


Рисунок 1 — Изменение допустимой интенсивности при прерывистом дождевании на дерново-подзолистых суглинистых почвах от времени полива при следующих условиях: 1) растительный покров 10—20 см, начало вегетации 2) растительный покров 10—20 см, конец вегетации 3) растительный покров 5—10 см, начало вегетации 4) растительный покров 5—10 см, конец вегетации 5) почва рыхлая 6) почва плотная. Влажность почвы 60 % НВ

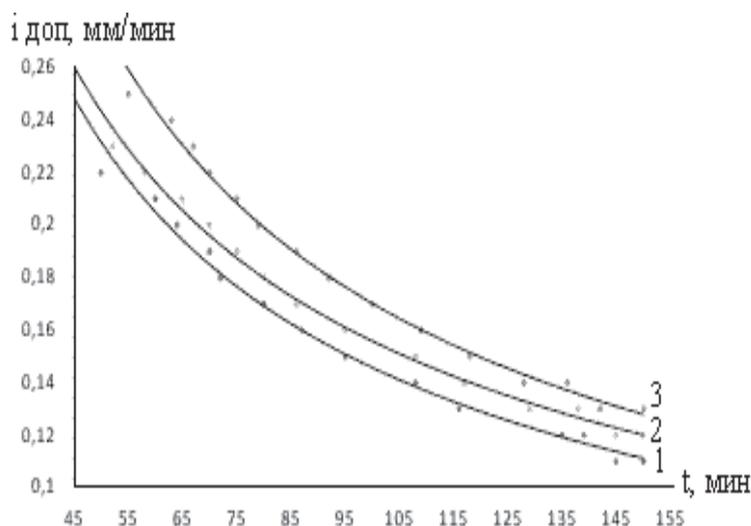


Рисунок 2 — Изменение допустимой интенсивности при прерывистом дождевании на дерново-подзолистых суглинистых почвах от времени полива при следующих условиях: 1) 60—70 % НВ 2) 70—80 % НВ 3) 80—90 % НВ. Почва рыхлая после предпосевной обработки

Обработка данных методом математической статистики [8] показала, что интенсивность дождевания от времени может быть описана уравнением вида:

$$i_{\text{доп}} = \frac{A}{t} + i_{\text{уст}}, \quad (1)$$

где A и B — эмпирические параметры, определяемые опытным путем в зависимости от почвенно-рельефных и других факторов, влияющих на допустимую интенсивность дождевания;

t — время полива до образования стока, мин;

$i_{\text{уст}}$ — установившаяся скорость впитывания при дождевании, мм/мин.

Полученные уравнения характеризуется высоким корреляционным отношением 0,99, индексом детерминации 0,98. Параметры уравнения применимы при следующих условиях: напор на оросительной сети — 4,0—5,0 атм; дождевальная аппарат работает по кругу с частотой вращения 0,7 об/мин; поливная норма — 30 мм; продолжительность полива — 150 мин; уклон — не более 0,005; растительный покров представлен травами.

Результаты полевых исследований по допустимой интенсивности прерывистого дождевания дерново-подзолистых суглинистых почв были систематизированы и представлены в табл. 1.

Таблица 1 — Результаты опытов по исследованию допустимой интенсивности прерывистого дождевания на дерново-подзолистых суглинистых почвах

Вариант опыта	Допустимая интенсивность, мм/мин	Продолжительность дождевания до стока, мин	Параметры уравнения		$i_{\text{уст}}$, мм/мин	Коэффициент корреляции
			A	B		
I	0,25—0,11	50—150	3,17—4,36	0,64—0,70	0,13—0,11	0,99
II	0,18—0,08	43—150	1,27—1,48	0,53—0,54	0,1—0,08	0,99
III	0,29—0,20	75—150	1,92—2,42	0,45—0,48	0,22—0,2	0,99
IV	0,27—0,16	60—150	1,98—2,14	0,49—0,52	0,18—0,16	0,99
V	0,42—0,24	90—150	12,26—29,63	0,79—0,94	0,23—0,2	0,99
VI	0,33—0,20	85—150	4,84—9,22	0,62—0,77	0,27—0,24	0,99

Анализ полученных результатов свидетельствует, что для уплотненной поверхности почвы допустимая интенсивность дождевания в несколько раз меньше, чем для рыхлой почвы. Большое влияние на интенсивность оказывает влажность почвы верхнего слоя почвы, а также высота растительного покрова и период вегетации растений. Так, максимальная допустимая интенсивность прерывистого дождевания равняется 0,42 мм/мин при высоте растительного покрова 10—20 см в период начала вегетации, когда почва менее уплотнена. Минимальное значение наблюдали на уплотненной почве при влажности почвы 0,80—0,90 % НВ и оно составило 0,08 мм/мин. Продолжительность дождевания до образования стока — от 43 мин до 150 мин.

При дождевании одним из самых главных агротехнических требований является

соблюдение условия [9]:

$$i_{\text{доп}} \geq i_{\text{ср}}, \quad (2)$$

где $i_{\text{ср}}$ — средняя интенсивность машины, мм/мин.

Интенсивность дождевальной машины определяли по формуле [10]:

$$i_{\text{ср}} = \frac{h}{t}, \quad (3)$$

где h — слой выпавших осадков, мм; t — продолжительность полива, мин.

Для мобильной дождевальной машины Bauer Rainstar T-61, оборудованной дальнеструйным аппаратом SR-140, средняя интенсивность составила 0,2 мм/мин. Установлено, что за один оборот аппарата выдается поливная норма 0,3 мм.

С учетом этого на основании проведенных опытов были определены эрозионно-безопасные значения поливных норм и время дождевания, обеспечивающие полив без образования луж и поверхностного стока.

Таблица 2 — Результаты опытов по исследованию допустимой интенсивности прерывистого дождевания на дерново-подзолистых суглинистых почвах

Вариант опыта	Влажность почвы, % от НВ	Время полива до образования стока, мин	Поливная норма до образования стока, мм
I	60—70	79	15,8
	70—80	70	14,0
	80—90	64	12,8
II	60—70	полив рекомендуется при условии проведения агрометеорологических мероприятий, повышающих впитывающую способность почвы	
	70—80		
	80—90		
III	60—70	сток не наблюдали	
	70—80		
	80—90		
IV	60—70	117	23,4
	70—80	105	21,0
	80—90	96	19,2
V	60—70	сток не наблюдали	
	70—80		
	80—90		
VI	60—70	сток не наблюдали	
	70—80		
	80—90		

Проведение поливов с интенсивностью дождя, не превышающей полученных значений допустимой интенсивности, служит основным критерием предупреждения стока и сброса воды за пределы орошаемого участка. Значения допустимой поливной нормы и время дождевания заметно отличаются по вариантам опыта. Так, допустимая поливная норма при дождевании дальнеструйной машиной Bauer Rainstar T-61 будет составлять: для рыхлой почвы — 12,8—15,8 мм; растительного покрова высотой 5—10 см в начале периода вегетации — от 28,8 мм и выше; растительного покрова высотой 5—10 см в

конце периода вегетации — 19,2—23,4 мм; растительного покрова высотой 10—20 см в начале и конце периода вегетации — от 30,0 мм и выше. Для плотной почвы полив не рекомендуется. Время полива до образования стока составило от 64 до 150 мин. Следовательно, при дождевании различных сельскохозяйственных культур прежде всего необходимо подбирать такую дождевальную технику, средняя интенсивность дождя которой не превышала бы допустимую интенсивность для конкретных почвенно-рельефных и хозяйственных условий. В случае невозможности подбора соответствующей машины можно предусматривать различные агротехнические и агромелиоративные мероприятия по увеличению впитывающей способности почв. К таким мероприятиям можно отнести рыхление и щелевание почвы; устройство на поливаемой площади различных лунок, прерывистых борозд, микролиманов; внесение в почву соответствующих полимеров, повышающих впитывающую способность почв; применение системы обработки почвы и возделывание сельскохозяйственных культур, сохраняющих и повышающих структурность почвы. Для долголетних культурных пастбищ может быть рекомендован способ штифтования (прокалывания) дернины после вегетационного периода специальным устройством, исключающим повреждение дернины. Это мероприятие позволяет повысить допустимую интенсивность дождевания примерно в полтора раза, а также более рационально использовать естественные осадки [9, 10].

Заключение

В результате проведенных опытов были найдены значения допустимой интенсивности прерывистого дождевания дерново-подзолистых суглинистых почв с частотой вращения аппарата 0,7 об/мин, которые можно использовать для выбора подходящей дождевальной техники при вышеперечисленных условиях.

Также были определены значения допустимых поливных норм и время дождевания для дальнеструйной машины Bauer Rainstar T-61, при которых не образуется поверхностный сток. Эрозионно-безопасная поливная норма составила: для рыхлой почвы — 12,8—15,8 мм; растительного покрова высотой 5—10 см в начале периода вегетации — от 28,8 мм и выше; растительного покрова высотой 5—10 см в конце периода вегетации — 19,2—23,4 мм; растительного покрова высотой 10—20 см в начале и конце периода вегетации — от 30,0 мм и выше. Для плотной почвы полив не рекомендуется. Время полива до образования стока составило от 64 до 150 мин.

Библиографический список

1. Дашков, В.Н. Обоснование критериев эффективности применения искусственного дождевания / В.Н. Дашков, Капустин Н.Ф., Басаревский А.Н. // Весці нацыянальнай акадэмі навук Беларусі. — 2006. — №4. — С. 100—106.
2. Лихацевич, А.П. Дождевание сельскохозяйственных культур: Основы режима при неустойчивой естественной влагообеспеченности / А.П. Лихацевич. — Минск: Бел. наука, 2005. — 278 с.
3. Голченко, М.Г. Справочник по орошению дождеванием / М.Г. Голченко и [др.]; под ред. М.Г. Гол-

- ченко, А.И. Михальцевича. — Мн. Ураджай, 1993. — 247 с.
4. Марков, Е.С. Практикум по сельскохозяйственным гидротехническим мелиорациям / Е.С. Марков и [др.]; под ред. Е.С. Марков. — М.: Агропромиздат, 1986. — 368 с.
5. Григоров, М.С. Противозерозионная технология полива люцерны на сено дождевальной машиной «Фрегат» / М.С. Григоров, С.М. Григоров // Известия. — Волгоград: Волгоградский ГАУ. — 2010. — №1(17). — С. 28—34.
6. Изучение водно-физических свойств почв для мелиоративного строительства: пособие к ВСН 33-2.1.02-85: утв. приказом В/О «Союзводпроект» № 30 от 17.02.86. — Москва, 1986. — 159 с.
7. Методическое руководство по изучению водного режима почв и влагообеспеченности сельскохозяйственных культур: утв. Ученым советом Почвенного инст. им. Докучаева 07.06.84. — Москва, 1986. — 141 с.
8. Бишоф, Э.А. Методические указания по статической обработке экспериментальных данных в мелиорации и почвоведении / Э.А. Бишоф, Г.С. Калмыков; под ред. Г.В. Нарбекова. — Ленинград: типография. — № 6, 1977. — 270 с.
9. Желязко, В.И. Дождевание многолетних трав стоками свиноводческих комплексов: дис....канд. техн. наук: 06.01.02 / В.И. Желязко. — Горки, 1987. — 138 с.
10. Лихацевич, А.П. Сельскохозяйственные мелиорации: учеб. для студ. высш. учеб. завед. по спец. «Мелиорация и водное хозяйство» / А.П. Лихацевич, М.Г. Голченко, Г.И. Михайлов; под ред. А.П. Лихацевича. — Минск: ИВЦ Минфина, 2010. — 464 с.

Summary

V. Zhelyazko, V. Lukashevich

THE STUDYING OF THE PERMISSIBLE INTENSITY INTERMITTENT IRRIGATION ON SODDY-PODZOLIC LOAMY SOILS (ON THE EXAMPLE OF THE BAUER RAINSTAR T-61 MACHINE)

As a result of performed experiments, were found the values of allowable intensity intermittent irrigation soddy-podzolic loamy soils with a frequency of rotation of the staff of 0,7 rpm that can be used for the selection of appropriate irrigation systems under conditions listed above.

Also set the values of allowable irrigation depth and time of sprinkler irrigation for дальнеструйной machine Bauer Rainstar T-61, which is not formed by surface runoff.

Поступила 25.02.14