

УДК 502/504: 631.67 : 631.6.02

А. М. ЗЕРБАЛИЕВ, М. Р. ГУСЕЙНОВА

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дагестанский государственный технический университет», Махачкала

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОТИВОЭРОЗИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ САМОТЕЧНОГО ОРОШЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ

Путем анализа и оценки мелиоративного состояния земель по их эродированности дается характеристика ирригационного фонда предгорной зоны юга республики. Представлены некоторые результаты противоэрозионных исследований по технике и технологии бороздного полива виноградников в условиях предгорья. На основе проведенных исследований рекомендованы противоэрозионные нормативы техники бороздного полива.

Мелиоративное состояние земель, эродированность, ирригационный фонд, противоэрозионные исследования, нормативы техники бороздного полива.

By means of the analysis and assessment of the soils ameliorative condition the characteristics of the irrigation lands of the foothills zone of the south of the country is given according to their erodibility. Some results of anti-erosion researches are presented on the technique and technology of furrow irrigation of vineyards under the foothill conditions of the republic. On the basis of the performed investigations anti-erosion norms are recommended for the furrow irrigation technique.

Reclamation condition of lands, erodibility, irrigation fund, anti-erosion researches, standards of the furrow irrigation technique.

Дагестан — крупнейший район орошаемого земледелия в Российской Федерации. Благоприятные природные условия, обилие солнечного тепла и орошение способствуют широкому развитию садоводства и виноградарства в предгорной зоне республики — наиболее перспективной благодаря высотному размещению и рациональному использованию земель под сельскохозяйственные культуры.

В сельскохозяйственном использовании республики находится 4346,3 тыс. га земель, из них около 397 тыс. га орошаемые.

Резервом развития виноградарства являются склоновые земли, где можно

разместить около 28 тыс. га виноградников и получить высококачественные ягоды с содержанием сахара на 8...10 % больше, чем у винограда, культивируемого на равнинной части.

Однако развитие этой отрасли в республике значительно отстает от имеющихся возможностей. Отдельные хозяйства получают низкие урожаи винограда, слабо используют достижения науки, техники и передовой практический опыт по увеличению производства этой продукции. Более 80 % из орошаемых земель поливаются поверхностными способами — по бороздам и полосам, а дождевание составляет всего около 2 % (табл. 1).

Таблица 1
Распределение орошаемых земель по способам полива, %

Способы полива	2000	2001	2003	2004	2005
По бороздам	30,7	32,6	32,01	32,24	36,1
По полосам	32,2	32,56	32,67	35,8	33,9
Дождевание	1,6	2,9	3,1	2,3	2,23
Дикий напуск	18,3	12,8	11,5	13,9	12,5
Другие поверхностные способы	17,2	19,14	18,8	14,8	15,3

Все орошаемые земли предгорной зоны юга республики сосредоточены в четырех оросительных системах:

Самур-Гюргеричайская с площадью 10 512 га;

Магарамкенская — 15 096 га;

Ахтынская — 4 927 га;

Самур-Дербентская — 28 154 га.

Оросительные системы по размерам площадей орошения с учетом водной эрозии и сложности рельефа можно сгруппировать следующим образом:

орошаемые участки до 50 га с общей площадью 0,24 тыс. га — 7,

орошаемые участки по 50...100 га с общей площадью 1,5 тыс. га — 16,

орошаемые участки по 150...200 га с площадью 2,7 тыс. га — 11,

орошаемые участки по 200...500 га с площадью 4,4 тыс. га — 4,

орошаемые участки по 500...1000 га с площадью 9,2 тыс. га — 14,

орошаемые участки по 1000...5000 га с площадью 52,7 тыс. га — 8,

орошаемые участки по 5000...10 000 га с площадью 39,1 тыс. га — 9,

орошаемые участки свыше 10 000 га с площадью 285,3 тыс. га — 8.

Итак, всего насчитывается 93 системы на общей площади 397,8 тыс. га.

Несмотря на то что передовые хозяйства получают высокие урожаи винограда (более 120 ц с 1 га) на поливных землях, однако в целом по республике они все еще остаются низкими (до 40...60 ц/га). Объясняется это прежде всего низкой культурой ведения сельскохозяйственного производства на орошаемых землях, а также неудовлетворительным мелиоративным состоянием орошаемых земель, обусловленным ежегодным снижением плодородного горизонта почвы из-за ирригационной эрозии в недопустимых размерах.

В предгорной и горной зоне около 70 % орошаемых земель имеют уклоны более $3,49 \cdot 10^{-2}$ рад, в отдельных случаях — более $17,45 \cdot 10^{-2}$. Здесь очень широко распространена ирригационная эрозия и происходит она в основном из-за несоблюдения техни-

ки и технологии полива.

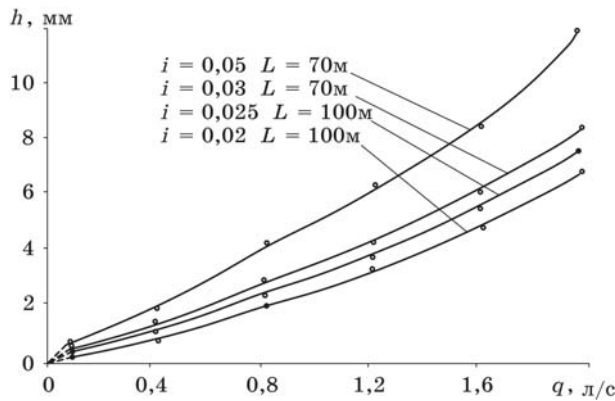
Эрозия почвы наблюдается при бороздном поливе, прежде всего в тех местах, где поливные борозды имеют большие уклоны. На участках с уклонами более 0,01 эрозию почвы можно определять визуально. Она возрастает от малых уклонов в концевых участках борозд, обычно заканчивающихся на границах поливных участков (виноградных клеток), к большим уклонам в головной части борозд.

По длине борозды с уклонами более 0,03 и при расходах воды 0,35...2,0 л/с заметно увеличивается слой смыва почвы. Влажность почвы в начале борозды колеблется в метровом слое 13...20 % от массы сухой почвы, а в конце — 20...26 %. Урожайность в верхней части участка составляет 25 ц/га, а в нижней — 50...70 ц/га. При подаче воды в борозду более 0,5 л/с эпюра увлажнения почвы в концевом отрезке борозд возрастает, соответственно и мощность гумусового слоя в конце их в 2-3 раза больше, чем в начале борозды.

Таким образом, при существующей технике полива по бороздам происходит перемещение плодородного слоя почвы с поливной водой в виде наносов с уклоном более 0,02 (в начале борозды), к уклонами до 0,005 (в конце борозды).

Главная цель при изучении данного вопроса заключалась в следующем — установить оптимальные величины элементов техники полива виноградников по бороздам, при которых смыв почвогрунта не превышает допустимых размеров. Это является основным условием, определяющим правильность установления рациональных элементов техники полива.

Основные элементы техники полива: подаваемый расход воды в борозду q , уклон i , длина l и противоэрозионная устойчивость грунта n . Как показали проведенные исследования, интенсивность смыва в основном зависит от величины расхода и уклона борозды (рисунок).



Кривые связи слоя смыва почвы от расходов воды в борозду

Производной от этих факторов является скорость течения воды в поливной борозде, которая способствует разрушению почвенных частиц, переносу их вместе с водой, тем самым вызывая размыв верхнего плодородного слоя почвы. По мере увеличения размеров первых двух факторов возрастает скорость течения воды и интенсивность смыва. Особенно это проявляется после пуска воды в борозду в начальный период времени. Скорость течения может возрастать и с увеличением одного из факторов — например, с ростом расхода воды скорость течения струи при постоянном уклоне борозды повышается. Это приводит к возрастанию слоя смыва верхнего разрыхленного почвогрунта, одного из слагающих ложа борозды. С учетом изложенного можно сделать следующее заключение: при выборе оптимальных параметров поливной струи и уклона необходимо, чтобы скорости соответствовали неразмывающим.

Теоретические значения скоростей, вычисленные по формулам Ляпина и Шези, сходятся (с разницей на сотые доли), а опытные значения их, установленные методом поплавков, отличаются от теоретических значений, особенно на больших уклонах ($i \geq 0,02$) и расходах поливной струи более 0,8 л/с.

По наблюдениям авторов, допустимым скоростям (0,1...0,2 м/с), рекомендуемым А. Н. Костяковым, соответствуют расходы до 0,2 л/с при уклонах борозд не более 0,02 и до 0,1 л/с при

уклонах до 0,05. Соответственно слой смыва почвы при таких расходах составит 0,56 мм при уклоне $i = 0,03$ и 0,60 мм при $i = 0,05$, что для горнодолинных лугово-лесных почв предгорной зоны можно считать допустимыми, т. е. эта величина примерно равна слою почвообразования в естественных природных условиях.

По мере увеличения расхода в борозду, например до 2 л/с при уклоне 0,05, слой смыва достигает 12 мм. На величину слоя смыва почвы значительное влияние оказывает и состояние поверхности ложа борозды, т. е. ее разрыхленность.

После смачивания сечения борозды наносы приходят в движение, затем происходит перенос частиц с диаметром 0,3 мм в конец борозды или их сброс вместе с водой за пределы участка (как это принято при существующей технологии полива по бороздам).

Насыщение водой разрыхленной части пахотного горизонта происходит в начальный период подачи воды в борозду (продолжительность периода — 10...25 мин), после чего процесс эрозии усиливается в начале первого часа, но затем постепенно уменьшается.

Для стабилизации процесса эрозии необходимо уменьшить подачу поливной струи до 0,5...0,7 первоначального значения. Это обеспечит равномерное впитывание поданной воды по длине борозды и снизит величину смываемого слоя почвы в 1,5–2,5 раза. Приведенные экспериментальные данные о размерах слоя смытой почвы — среднестатистические для исследуемых борозд. Фактические значения смыва почвы при существующей технике полива виноградников (садов) в предгорной зоне на отдельных участках с уклонами от 0,008 до 0,05 превышают опытные данные в 3,0–3,5 раза. Этот факт имеет большое значение при разработке технологии поливов без сбросов, он был учтен авторами в процессе исследований и при разработке рекомендаций полива виноградников на больших уклонах предгорной зоны.

При существующей технике полива на больших уклонах мало внимания обращают на размер поливной струи — ее величину, как правило, не фиксируют, хотя такой параметр заметно влияет на интенсивность ирригационной эрозии. Для малых расходов (до 0,3 л/) слой смыва почвы для исследуемых уклонов остается в допустимых пределах (0,4 мм), с увеличением подачи воды в 3 раза слой смыва резко возрастает и может достичь 3...7 мм (табл. 2). По-

этому при проведении поливов на склоновых землях очень важно строго соблюдать размеры подаваемой поливной струи. При этом необходимо применять более эффективную поливную технику для распределения и измерения расходов воды, позволяющую непосредственно в полевых условиях определять расходы воды, поданные для полива.

Изменения поперечных сечений борозд, представленных в табл. 2, свидетельствуют, что во всех случаях пер-

Таблица 2

Влияние поливной струи на размыв поперечного сечения борозды, см², и на слой смыва, мм, при $i = 0,03$ и $L = 100$ м

Створ борозд	Размер поливной струи q , л/с							
	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,2	1,5	2,0
Начало, см ² $L = 10$ м	12,12	26,1	29,12	53,4	60,02	67,02	88,9	106,9
Середина, см ² $L = 50$ м	8,6	6,0	10,5	20,8	12,5	36,1	49,2	126,5
Конец, см ² $L = 75$ м	-1,7	-3,0	-2,2	8,7	26,32	31,22	38,4	116,5
Смыв почвы, мм	0,3	0,48	0,61	1,08	1,65	2,15	3,81	7,12

вый расчетный створ в отличие от других деформирован больше. Средний слой смыва в первом створе борозды колеблется от 1 до 10 мм. Ко второму створу, расположенному на расстоянии 50...60 м от первого, эрозия почвы стабилизируется и почти отсутствует, а в ряде случаев наблюдается намыв наносов. И к последнему створу, расположенному на расстоянии 75...85 м, наблюдается отложение наносов. Такой характер развития ирригационной эрозии почвы на больших уклонах объясняется тем, что к концевому участку борозды с расстоянием 10 м от конца уменьшается уклон и скорость течения воды замедляется, что способствует задержанию наносов на последнем отрезке створа борозды. По представленным данным изменения поперечных сечений борозд можно определить наиболее опасную (активную) длину, подверженную ирригационной эрозии. В проведенных исследованиях она находится на расстоянии 30...50 м от начала борозды.

На тяжелых почвах с низкой водопроницаемостью и наибольшими ук-

лонами поливная струя со скоростью 0,8...1,5 л/с добегают в конец 100-метровой борозды за 15...40 мин, а затем сбрасывается вместе с почвенными частицами (наносами). С увеличением продолжительности подачи воды в борозду повышаются потери оросительной воды и возрастает интенсивность ирригационной эрозии почвы.

Мутность оросительной воды имеет максимальное значение на начальном отрезке времени, а по мере увеличения периода подачи воды уменьшается и приближается к нулю. На начальном отрезке времени расход воды в борозду максимальный, соответственно смоченный периметр борозды также наибольший. По мере продвижения струи часть воды впитывается, уменьшается путевой расход и поэтому интенсивность ирригационной эрозии с уменьшением кинетической энергии потока, способствующей разрушению и транспортировке частиц почвы, затухает, а величина эрозии почвы с увеличением продолжительности полива сокращается. Это хорошо видно

при изучении характера размыва борозды (см. табл. 2): на начальном участке (5...30 м) гидравлическая структура потока воды имеет турбулентный режим движения, т. е. скорость обладает пульсационными свойствами, связанными с шероховатостью поверхности и впитывающими свойствами почвы.

Влага, насыщая почву, разрушает мелкие комки в борозде, затем на эти частицы воздействует поток воды повышенной скорости, частицы смываются и транспортируются далее. Поэтому (почти во всех случаях полива по бороздам) на начальном отрезке длиной 10...40 м наблюдается глубинная эрозия с размывом только дна борозды, а по мере удаления от головной части, на отрезке 30...70 м, наблюдается боковая эрозия с размывом откосов. Ближе к концу, на расстоянии 10...30 м, наносы, размывые с верхних участков борозды, начинают отлагаться. Такая картина наблюдается при проведении поливов без сбросов воды на участках с большими уклонами и сложным рельефом местности.

При организации поливов со сбросом большая часть воды — дефицит для данного региона — вместе с полезными для растения питательными элементами сбрасывается. Объем сброса твердого стока с одной борозды за один полив составляет от 0,23 до 25,3 м³, а за сезон при трех поливах — от 55,2 до 60 м³/га.

При оросительной норме виноградников 3800 м³/га почти 60 % забираемой воды — это безвозвратные затраты, т. е. сброс поливной воды с полезными наносами. Если среднюю мутность сбрасываемой воды принять равной 40...140 г/л, то твердый сток составит от 220 до 590 т/га, что более чем в 50 раз превышает допустимую величину смыва почвы.

Выводы

Традиционным способом орошения многолетних насаждений в республике, особенно в предгорной зоне, является полив по бороздам. Поливы проводят без учета технологий и приемов предотвращения ирригационной эрозии почвы.

Поэтому главной задачей должна стать разработка рекомендаций по технике и технологии полива по бороздам с учетом ирригационной эрозии почвы и мер ее предотвращения.

Существующая поливная техника в районе исследований является примитивной, не отвечающей современным условиям механизации и автоматизации поливов. В этой связи для данной зоны, имеющей сложный рельеф и большие уклоны, наиболее приемлемы поливные трубопроводы и другие устройства рационального распределения оросительной воды.

Темпы внедрения прогрессивных способов орошения в районе недостаточны. Внедрение новых способов полива будет способствовать повышению эффективности использования материальных, энергетических, технических, трудовых и финансовых ресурсов, что обеспечит в перспективе подъем сельскохозяйственного производства, повысит плодородие почвы и позволит получать устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур.

На основе анализа экспериментальных данных разработаны нормативы основных элементов техники полива по бороздам, включающие водопроницаемость почвы, расход воды в борозду, уклоны, длину борозд, время добега струи до места полива.

С учетом экологически допустимой величины эрозии почв для предгорной зоны ($h = 0,4...0,6$ мм) оптимальный размер поливной струи должен быть следующим: 0,30...0,50 л/с — для $i = 0,02$ и $L = 100$ м; 0,25...0,40 л/с — для $i = 0,025$ и $L = 100$ м; 0,15...0,30 л/с — для $i = 0,03$ и $L = 70$ м и 0,05...0,10 л/с — для $i = 0,05$ и $L = 70$ м, соответственно скорость течения воды должна быть в пределах 0,1... 0,3 м/с.

С целью предотвращения поверхностного стока и ирригационной эрозии почвы, повышения производительности труда и равномерного увлажнения по длине бороздного ряда наиболее приемлемыми способами полива многолетних

насаждении авторы считают внутрпочвенное орошение по кротовым увлажнителям и капельное орошение.

Материал поступил в редакцию 20.04.08.

Зербалиев Алихан Мамалиевич, кандидат технических наук, доцент кафедры мелиорации, рекультивации и охраны земель

Гусейнова Милада Руслановна, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры мелиорации, рекультивации и охраны земель

Тел. 8 (8722) 62-48-19,

8 (8722) 62-82-93

УДК 502/504:631.425.2:551.58(476)

В. И. ВИХРОВ

Учреждение образования

«Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», Горки, Республика Беларусь

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ ВОДНОГО И ГИДРОМЕЛИОРАТИВНОГО РЕЖИМОВ ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССИИ

На основе методов анализа временных рядов выполнена оценка многолетних трендов и цикличности колебаний показателей водного режима почв на территории Белоруссии, а также выявлена их климатическая трансформация за 62-летний период.

Формирование водного и гидромелиоративного режимов почв, цикличность колебаний показателей водного режима, климатическая трансформация, влагообеспеченность сельскохозяйственных культур, статистические ряды показателей.

On the basis of the analysis of time series there was performed an assessment of trends and cycling of fluctuations of parameters of soil water regime in the territory of Belorussia as well as their climatic transformation was shown for a 62-year period.

Formation of water and hydro-reclamation soil regimes, cycling of vibrations of water regime indicators, climatic transformation, water providing of agricultural crops, statistic series of indices.

Климат — один из основных факторов формирования водного и гидромелиоративного режимов почв. Его изменение наряду с общим потеплением приводит к усилению характерной для территории Белоруссии неустойчивости погодных условий, увеличивая тем самым непредсказуемость режима влагообеспеченности сельскохозяйственных культур [1, 2]. В этой связи особую актуальность приобретает оценка климатической трансформации водного и гидромелиоративного режимов почв для их более обоснованного проектирования и прогноза.

С целью получения статистических рядов показателей водного режима почв (ПВРП) были разработаны

компьютерные программы ретроспективного подекадного расчета водного баланса почв и вероятности наступления неблагоприятных водных явлений для следующих условий: естественного водного режима (программа RETRO-1); оросительной мелиорации (программа RETRO-2); осушительно-увлажнительной мелиорации (программа RETRO-3) [2, 3]. Первоначальная задача данных программ — обоснование гидромелиорации и проектирование осушительно-увлажнительных режимов [4]. При этом программы позволяют моделировать непрерывные многолетние (начиная с 1945 г.) ряды сезонных элементов водного баланса (ЭВБ), неблагоприятных