

ИССЛЕДОВАНИЯ РАВНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДОЖДЯ ПО ПЛОЩАДИ РАСПЫЛА ДИСПЕРГИРОВАННОГО ОБЛАКА

С.А. Гжибовский

ФГНУ ВНИИ "Радуга", г. Коломна, Россия

Вследствие несоблюдения технологии орошения и нарушения экологических ограничений, широкое орошение сопровождается осложнениями мелиоративного состояния земель, вызванными относительно близким залеганием грунтовых вод, их слабой и значительными запасами водорастворимых солей в почвогрунтах.

В староорошаемых оросительных системах беспокойство вызывает снижение плодородия почв, а именно, уплотнение, переувлажнение, ощелачивание, осолонцевание, дегумификация, нарушение баланса питательных элементов.

Негативные последствия мелиорации, как правило, повлечет за собой более резкие изменения всей экологической обстановки в целом.

В этой связи необходимо применять системный подход к решению данной научной проблемы, когда задача является не изучением отдельных свойств почв вне связи их друг с другом, а синтезированная характеристика их, когда объектом исследования является не один какой-то вид почвы и почвенный покров массива в целом, а во взаимосвязи с микроклиматом, гидрологией, культурной растительностью и т.д., то есть с остальными элементами экологической обстановки; когда уделяется внимание не только собственно орошению, по системе мелиоративных, гидрологических и других мероприятий, позволяющих получать высокоплодородную окультуренную почву [1].

В стратегическом плане программы по созданию новой, модернизации существующей и освоению серийной поливной техники и ирригационного оборудования в Российской Федерации является создание автоматизированной, высокопроизводительной, экологически безопасной поливной техники при минимизации затрат на информационное обеспечение, с учетом материально-технических, энергетических, водных, трудовых ресурсов, зависимости от человеческого и климатических факторов, степени риска при эксплуатации и максимизации критериев эргономичности, надежности, управляемости, безопасности, эстетичности, плавности [2].

Уровень плодородия почв и продуктивность земель базируется на обеспечении оптимальных условий роста и развития растений, из множества показателей в которых в первую очередь должны обеспечиваться воздушный, водный, пищевой и термический режимы. По мнению ведущих специалистов, значимость факторов, влияющих на прибавку урожая, в среднем распределяется следующим образом: мелиорации, в т.ч. водные - 49 %, погодные условия - 15 %, посевной материал - 8 %, прочие условия - 31 %. Таким образом, орошение является одним из главных резервов повышения урожайности выращиваемых культур [4].

Орошение также является условием сохранения будущего урожая. Периодичность засушливых лет в РФ велика. Например, в Алтайском крае в период с 1986 г. по 1998 г. их было 8, а в Ростовской области - от 5 до 6 в зависимости от увлажненности территории. По данным ежегодного доклада МСХ РФ за 2010 г. от засухи пострадали 21 субъект РФ, погибло 2787 тыс. га посевов или 34,9 % от общих вредных воздействий, при этом ущерб составил – 8148 млн. рублей.

В условиях аридной зоны страны воздействию суховеев, сопровождающихся атмосферными засухами, сельскохозяйственные культуры за вегетационный период подвергаются в среднем до 30 раз. В этих условиях увлажнительные поливы являются актуальной необходимостью сохранения и увеличения урожая. Одним из направлений решения задачи борьбы с суховеями и засухами может быть создание технического средства мелкодисперсного (аэрозольного) увлажнения растений в термически напряжённые периоды времени.

ФГНУ ВНИИ «Радуга» предлагается применение в этих целях модульного комплекта мелкодисперсного (аэрозольного) увлажнения (КАУ-1М).

КАУ-1М предназначен для поддержания микроклимата надземной части сельскохозяйственных культур, в т.ч. низкорослых садов, питомников, чайных плантаций и ягодных насаждений путём снижения температуры приземного слоя воздуха в термически напряжённый период на $2,0...2,5^{\circ}\text{C}$ и повышения его относительной влажности на 6...7 %, а также для защиты растений от заморозков за счёт периодического и многократного распыления дождя малой интенсивности (0,06...0,07 мм/мин) в виде мелкодисперсных капель крупностью не более 600 мкм.

КАУ-1М применяется для оснащения оросительных систем и может быть использован в качестве дополнения к основным способам орошения (внутрипочвенному, капельному, поверхностному) или самостоятельно.

Наблюдение проводились в июле – сентябре 2010 года, в Московской области фруктового сада. Эти наблюдения показали, что для характеристики микроклимата можно выделить три основных слоя воздуха:

- от уровня почвы до шпалеры;
- на уровне шпалеры среди растущих деревьев;
- примыкающий слой воздуха свободной атмосферы.

В процессе проведения опытов одновременно велись наблюдения и за микроклиматом. Регистрировались следующие показатели: скорость ветра, температура и влажность воздуха и почвы. Замеры температуры и влажности воздуха проводились на уровне шпалеры среди растущих деревьев на высоте около 2 м три раза в день с помощью психометров.

Экспериментальное определение факела распыла образующего облака и распределения капель по обрабатываемой поверхности осуществлялось методом улавливания выпадающих из облака капель на контрольные стекла, покрытые смесью вазелина и машинного масла в разных соотношениях в зависимости от температуры окружающей среды. Улавливание капель

проводилось по всему факелу распыла через 10 метром.

Время взятия пробы подбиралось так, чтобы на контрольное стекло попадало достаточное количество капель, но чтобы капли не накладывались друг на друга.

Для подсчета капель и замера их диаметра использовался электронный микроскоп с компьютером. После подсчета и замера капель, значения заносились в таблицы и относились к определенному классу с интервалом 50 – 100 мкм [3].

На основании экспериментальных данных и дальнейших усреднений, построен график распределения диаметра капель по всей орошаемой площади, а также получена зависимость вместе с величиной достоверности аппроксимации (R^2) (рис. 1).

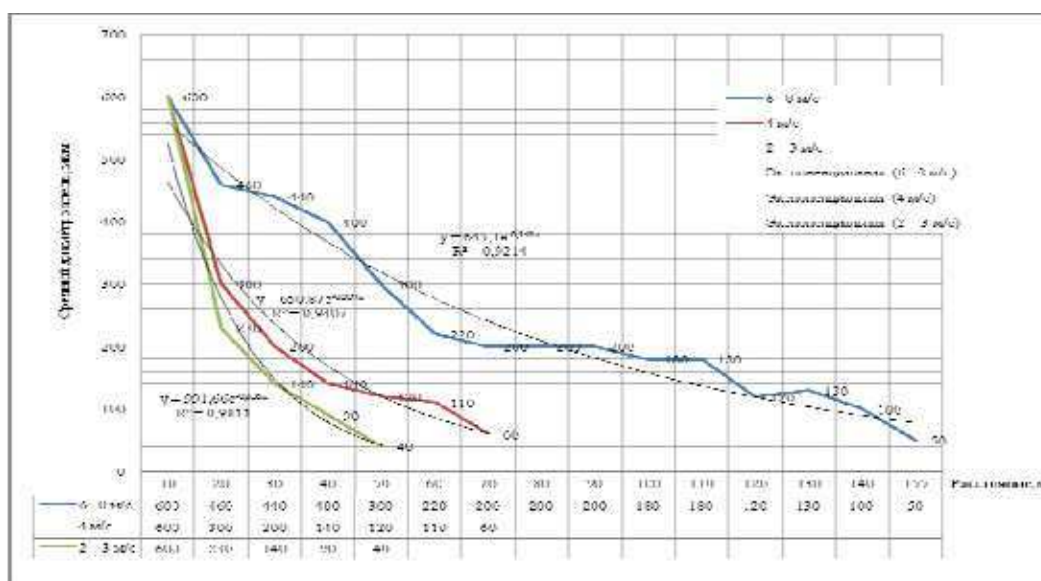


Рисунок 1 - График распределения капель по факелу распыла:

* - капли наблюдались и далее указанных расстояний, но они испарились на контрольном стекле до их измерения

Дальность распространения облака зависит от скорости ветра, расхода и крупности капли. Попутный ветер увеличивает дальность распространения облака, но очень сильный ветер (свыше 10 м) разбивает облако, в результате чего увеличивается испарение воды и уменьшается облако. Однако следует учесть, что при тихом ветре и в жаркую погоду мелкие капли могут быть перенесены восходящими потоками воздуха вверх, на высоту нескольких сотен метров и далее уносятся ветром. Восходящие потоки воздуха образуются над полем в жаркую солнечную погоду при слабом ветре. Скорость этих потоков увеличивается с усилением нагрева подстилающего слоя воздуха, и при больших восходящих скоростях воздушного потока капли могут расти не только при опускании, но и при подъеме.

Следующим этапом эксперимента являлось определения распределения осадков по поверхности орошаемой площади. Изучение распределения осадков проводилось для выявления факторов, влияющих на характер распределения и выбор режима работы системы.

Методика проведения опыта заключалась в улавливании осадков на видимой зоне с помощью дождемерных стаканов. Для уменьшения испарения воды в стакан наливалась малоиспаряемая жидкость (масло).

Форма видимой зоны увлажнения определялась визуально и отмечалась вешками с дальнейшим замером. За видимую зону увлажнения принималась поверхность, где наблюдалось постоянное выпадение большего количества осадков. На этой площади устанавливались дождемерные стаканы на расстоянии 5 м друг от друга.

Измерение количества собранных осадков производилось весовым способом путем взвешивания на весах.

Замеры осадков производили при наиболее преобладающем ветре 6 – 8 м/с в течение трех часов и расходе установки 0,53 л/с и 0,825 л/с.

Обработанные усредненные данные сведены в таблицу 1.

Из таблицы видно, что распределение осадков по площади не равномерно. Основным фактором неравномерности распределения осадков являются расход установки и скорость ветра. Влияние расхода воды можно проследить по графику, но чтобы не было таких погрешностей при проведении полива, необходимо учитывать оба параметра: как скорость ветра, так и расход воды. Работы по этому вопросу будут продолжены для выявления зависимости между расходом и скоростью ветра.

Таблица 1 - Распределение осадков за три часа

№ п/п	Расстояние от установки, м	Расход установки, л/га	
		0,83	0,54
		Осадки, л/га	
1	5	-	-
2	10	216	162
3	15	615	486
4	20	980	513
5	25	920	540
6	30	540	378
7	35	324	270
8	40	158	189
9	45	135	108
10	50	54	27

Следует, однако, заметить, что при неравномерности распределения дождя на участке, наблюдаемой в определенных пределах, не следует относить мелкодисперсное дождевание к неперспективным способам, поскольку это явление свойственно всем способам орошения.

Наиболее сложно определить один из важнейших параметров, определяющих технологию проведения мелкодисперсного дождевания – водоудерживающую способность листового покрова сельскохозяйственных культур.

Этот параметр определяется количеством воды в виде капель, остающихся на листовом покрове после полива. Водоудерживающая

способность листьев зависит от размера капель, от степени и характера взаимного перекрытия листьев, площади проекции листьев, угла падения и скорости оседания капель и др.

Опыты по определению водоудерживающей способности листьев при мелкодисперсном дождевании проводили после окончания дождевания на различных деревьях на расстоянии через 10 м от установки с дальнейшим сбором задержанной влаги взвешенной фильтрованной бумагой. Листья выбирали одинаковыми, площадью 28 см^2 . Затем влажная бумага упаковывалась в герметичный сосуд и взвешивалась в лаборатории. По разнице веса сухой и влажной бумаги определяли количество задержанной влаги на измеренной поверхности листа.

Если рассмотреть подробные условия, характеризующие водоудерживающую способность листа растения, то нетрудно представить себе, что капли воды при контакте с поверхностью листа расплющиваются. Диаметр деформируемой капли в этот момент может превышать в несколько раз и зависимость от поверхностного натяжения жидкости и кинетической энергии капли, но под действием поверхностного натяжения капля стремится восстановить свой первоначальный диаметр.

Некоторыми авторами отмечено, что с удалением от места распыла, когда уменьшается интенсивность дождя, средний диаметр капель и слой жидкости, величина водоудерживающей способности листа увеличивается, и количество задержанной влаги колеблется в пределах $30 - 410 \text{ г/м}^2$. В нашем случае этого не наблюдалось. Это объясняется тем, что обрабатываемая площадь сравнительно небольшая и тем самым на периферийных участках капли $100 - 150 \text{ мкм}$ быстро испарялись, а на ближайшем участке к установке за это же время, где капли превышали 150 мкм , они покрывали весь лист водяной пленкой и начинали скатываться на почву.

Результаты опыта подтвердили, что водоудерживающая способность листьев зависит не только от строения листа, размера капель, а в первую очередь от площади орошения и равномерности распыла осадков на ней.

Данные опыта приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Влагоудерживающая способность листьев

Расстояние от установки, м	10	20	30	40	50	60	70	80
Количество влаги на 1 см^2 листа, г	10,7	15	20,4	12	7	5,4	3,6	1,6

По этим экспериментальным данным построен график, показанный на рисунке 2.

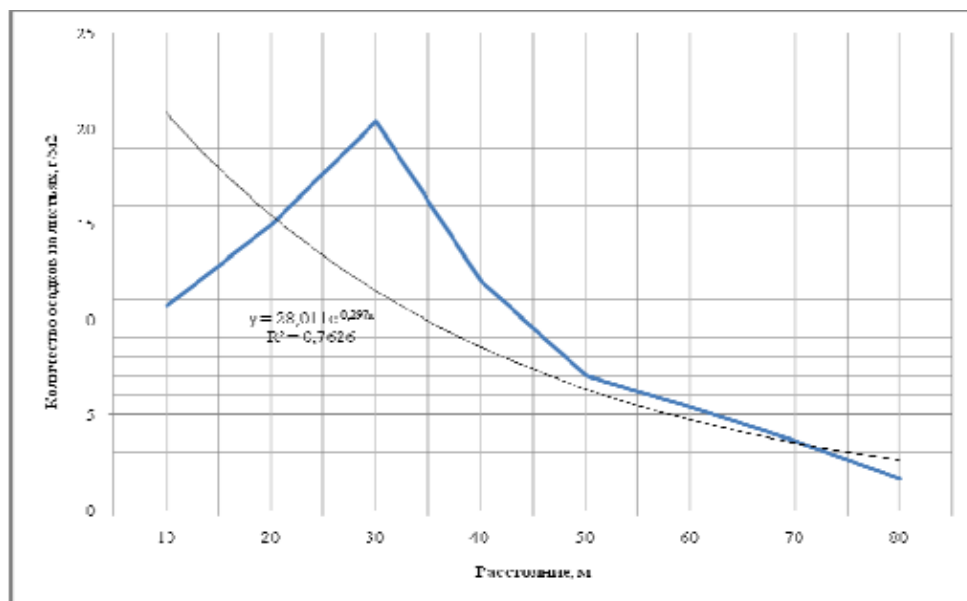


Рисунок 2 - График характера водоудерживающей способности листьев

Результаты исследований свидетельствуют о положительном влиянии мелкодисперсного дождевания на общее физиологическое состояние растений, проявляющееся в повышении обводненности тканей листьев, уменьшении дефицита влаги в них, уменьшении полуденной депрессии фотосинтеза. Применение мелкодисперсного дождевания способствует усилению транспирации листьев, в результате температура их в среднем на 3-5⁰С ниже контрольных, относительная влажность воздуха в кроне деревьев повышается. Увеличение площадей, орошаемых с помощью мелкодисперсного дождевания, дает возможность значительно улучшить водно-физические параметры приземного слоя воздуха, как говорилось выше, а также удастся создать большой слой воздуха с повышенными параметрами влажности и более низкую температуру, что в свою очередь определит и более благоприятные условия для экономного расходования воды. Понижение температуры воздуха будет способствовать снижению испаряемости влаги, как это наблюдается в условиях обычного орошения. Данное направление может быть основным в разработке наиболее экономных и эколого-безопасных режимов орошения сельскохозяйственных культур, что очень важно для районов, малообеспеченных водными ресурсами.

Литература

1. Скуратов, Н.С. Практическое руководство подготовлено для научных работников, аспирантов, специалистов в области сельского хозяйства и орошаемого земледелия, выполняющих научно-исследовательские работы / Н.С. Скуратов, Г.В. Ольгаренко. - Коломна, 2004.
2. Ольгаренко, Г.В. Программа работ по созданию новой, модернизации существующей и освоению серийной поливной техники и ирригационного оборудования в Р.Ф. на 2004 – 2010 годы / Г.В. Ольгаренко, Г.Г. Гулюк, В.И. Городничев. - Коломна, 2005.
3. Кузнецова, Е.И. Мелкодисперсное дождевание как самостоятельный способ полива в Центральном районе России / Е.И. Кузнецова // Автореф. дис. д.с.-х. н. – М., 1999.

4. Аэрозольное орошение сельскохозяйственных культур. – М.: Росагропромиздат, 1989.