

УДК 631.67:631.4

Боровой Е.П., д-р с.-х. наук, профессор; Некрасова В.В., аспирант  
ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный аграрный университет»,  
г. Волгоград

#### ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ВЛАГИ В ПОЧВЕ

*Дано теоретическое обоснование передвижение влаги в почве. Выполнен сравнительный анализ исследований по вопросу передвижения влаги в почвогрунтах.*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ВОДНЫЙ РЕЖИМ, ПОЧВЕННАЯ ВЛАГА, КОНЦЕПЦИЯ, ПОЧВА

UDC 631.67:631.4

Borovoy E.P., Dr Agr. Sci., Professor;  
Nekrasova V.V., Post-graduate, Volgograd State Agricultural University, Volgograd City  
THEORETICAL SUBSTANTIATION OF MOISTURE MOVEMENT IN SOIL

*The article gives a theoretical substantiation of moisture movement in soil. The comparative analysis on moisture movement in soil has been carried out.*

KEY WORDS: WATER CONDITIONS, SOIL MOISTURE, CONCEPTION, SOIL

Анализ использования орошаемых земель и оценка климатических условий за последние 40 лет (1973-2013 гг.) убедительно показывают, что в новых экономических условиях в Российской Федерации орошению в сочетании с другими видами мелиорации принадлежит ведущая роль в устойчивом производстве сельскохозяйственной продукции.

Воздействуя непосредственно на водный режим, оросительные мелиорации оказывают большое влияние на воздушный, питательный и тепловой режимы почвы, на повышение ее плодородия, на усиление внутреннего влагооборота.

Водный режим почвы в значительной мере определяет величину и устойчивость урожаев. Чем чаще и меньшими нормами производятся поливы, тем точнее регулируется водный режим почвы, т.е. тем более создаваемый режим приближается к потребному. В хозяйствах Нижнего Поволжья большое значение придается выбору экологически безопасных технологий и технических средств полива, к которым относится капельное орошение. Это способ позволяет поддерживать в почве благоприят-

ный водно-воздушный режим без поверхностного и глубинного сбросов оросительной воды. Необходимое увлажнение почвы в сочетании с внесением минеральных удобрений в течение вегетационного периода обеспечивает получение планируемых урожаев сельскохозяйственных культур.

Однако необходимо учитывать тот факт, что содержание воды в почве в отношении водного, воздушного, пищевого режимов является наилучшим, когда заполнена вся гигроскопическая, пленочная и часть капиллярной влажности, а все некапиллярные и более крупные капиллярные промежутки почвы не заняты водой, и в них циркулирует воздух. В процессе полива между почвой и водой возникает целый ряд физико-химических и физических явлений, которые могут быть представлены как результат действия сил, возникающих на границе раздела между твердыми частицами почвы и влагой и обязанных своим происхождением энергии твердых частиц и воды.

Вопросу взаимодействия твердой части почвы и воды, а также передвижению влаги в почвогрунтах посвящено значи-

тельное количество экспериментальных и теоретических исследований.

Важные результаты были получены С.Ф. Аверьяновым, С.И. Долговым, А.В. Лыковым, А.И. Будаговским, И.И. Судницыным, А.Ф. Лебедевым, А.А. Роде и другими учеными.

Немалый вклад в изучение указанных вопросов внесли зарубежные исследователи Э. Букингом, Н. Эдлефсен, Дж. Филип, Дж. Рубин и другие.

Необходимо отметить, что по вопросам удерживания почвенной влаги и ее передвижения ученые придерживаются различных теоретических концепций.

Дж. Филип отмечает, что Бугингемом “капиллярный потенциал” и “капиллярная проводимость” являются одними из первых основных шагов по пути развития современных идей о движении почвенной влаги. Э. Букингом предложена концепция о движении почвенной влаги как диффузном явлении.

В концепции Лебедева первенствующую роль в явлении передвижения и главным образом - удержания влаги в почве играют молекулярные силы, возникающие между частицами почвы и молекулами воды, т.е., иначе, силы адсорбционные и сорбционные. При этом Лебедев не исключал влияние других сил, каковыми являются капиллярные силы и сила тяжести, отводит им второстепенную роль.

В представлениях Долгова, в противоположность Лебедеву, первое место и в удержании почвенной влаги и в ее передвижении принадлежит силам капиллярным, по его выражению - менисковым. Не отрицая значения и сорбционных сил, Долгов отводит им, однако, второстепенное место.

Таким образом, в работах Лебедева и Долгова противостоят одна другой две весьма различные теоретические концепции. А.А. Роде считает, что для правильного решения интересующих нас вопросов требуется сочетание взглядов, лежащих в основе обеих концепций. Почвы и грунты необходимо рассматривать, учитывая различия в их свойствах, особенно

в отношении механического состава, агрегатного состояния и сложения. При таком подходе обе упомянутые концепции займут принадлежащие им места, дополняя одна другую.

Немалый материал для суждения о подвижности почвенной влаги можно найти в работах Ф.Е. Колясева, в которых автор приводит схему подразделения “механизмов передвижения влаги”. Схема предусматривает существование пяти “механизмов передвижения” влаги:

1. Гравитационный - в интервале влажностей от полной влагоемкости (ПВ) до наименьшей влагоемкости (НВ).

2. Капиллярный - в интервале влажностей от наименьшей влагоемкости (НВ) до влажности замедления роста (ВЗР).

3. Пленочно-менисковый - в интервале от влажности замедления роста (ВЗР) до влажности завядания (ВЗ).

4. Пленочный - в интервале от влажности завядания (ВЗ) до максимальной гигроскопичности (МГ).

5. Диффузный - в интервале влажностей от максимальной гигроскопичности (МГ) до нуля.

По мнению А.А. Роде, схема Колясева вызывает ряд возражений, во-первых, чисто гравитационный механизм может иметь место только при полной влагоемкости, т.е. в водоносных горизонтах. Интервал ПВ...НВ - это капиллярная кайма, т.е. область, в которой капиллярные (менисковые) силы имеют типичное и самое характерное развитие, сосуществуя и действуя совместно с силой тяжести в интервале НВ...ВЗР, для почв тяжелого гранулометрического состава область связанной влаги может распространяться вплоть до НВ, в почвах более легкого гранулометрического состава сорбционные (пленочные) силы могут сосуществовать в этом интервале с капиллярным (менисковыми). Колясев же этот интервал характеризует капиллярным механизмом. В интервале ВЗР...ВЗ в схеме Колясева стоит механизм пленочно-менисковый. Но передвижение влаги в этом интервале может совершаться толь-

ко под влиянием сорбционных (пленочных) сил. Интервалу ВЗ...МГ в схеме Колясева соответствует пленочный (сорбционный) механизм. Но, по опытным данным М.М. Абрамовой, активное участие в передвижении влаги ее парообразной формы начинается с ВЗ. Поэтому, по мнению А.А. Роде, для этого интервала характерным является “диффузный” механизм при возможном участии пленочного на участке интервала, примыкающем к его верхней границе - ВЗ.

Наиболее совершенной классификацией передвижения жидкой влаги в почве является, по-видимому, классификация, предложенная А.А. Роде. Он различает четыре “механизма” ее передвижения:

1. Гравитационный - при влажности, равной полной влагоемкости (ПВ) (в водоносных горизонтах);

2. Гравитационно-капиллярный - в интервале влажностей от наименьшей влагоемкости (НВ) до влажности разрыва капилляров (ВРК);

3. Пленочно-капиллярный в интервале влажностей от наименьшей влагоемкости (НВ) до влажности разрыва капилляров (ВРК);

4. Пленочный - в интервале влажностей от влажности разрыва капилляров (ВРК) до влажности завядания (ВЗ).

Итак, передвижение жидкой влаги в почве зависит от влажности последней. Обязательным условием передвижения в почве жидкой влаги из одной точки почвенной толщи в другую является наличие разности сил, под действием которых находится влага в этих точках. А.А. Роде выделяет несколько категорий сил, действие которых может испытывать содержащаяся в почве влага:

а) силы тяжести (гравитационные силы);

б) силы капиллярные (менисковые) или силы поверхностного давления;

в) силы сорбционные, представляющие собой сочетание сил притяжения между молекулами воды и сил притяжения, исходящих со стороны почвенных частиц;

г) силы осмотические, представляющие собой силы притяжения, исходящие от ионов и молекул, находящихся в растворе, и от обменных почвенных катионов.

Гравитационные силы имеют постоянную величину и всегда направлены вниз, остальные силы находятся в тесной зависимости от содержания влаги в почве и могут иметь любое направление. По мере увеличения влажности почвы, прежде всего, насыщаются и затухают адсорбционные силы, и когда влажность почвы достигает величины максимальной адсорбционной влагоемкости (МАВ), вступают в действие силы сорбционные. По мере увеличения влажности и уменьшения величины сорбционных сил, они начинают сочетаться с силами капиллярными. И далее, сорбционные и капиллярные силы становятся соизмеримыми с гравитационными силами, в связи с чем в этом интервале в передвижении влаги могут участвовать силы всех данных трех категорий.

Таким образом, по мере увеличения влажности почвы, силы, действующие на находящуюся в почве влагу, уменьшаются.

Весьма существенным моментом является тот факт, что подвижность почвенной влаги не может быть рассмотрена в отрыве от ее доступности для растений, особенно в условиях выращивания высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. В соответствии с вышеизложенным, А.А. Роде диапазон влагосодержания делит на следующие категории почвенной влаги:

1. Легкоподвижную (легкодоступную, переходящую в избыточную) от ПВ до НВ.

2. Среднеподвижную (среднедоступную) от НВ до ВРК.

3. Трудноподвижную (труднодоступную) от ВРК до ВЗ.

4. Весьма трудно подвижную (весьма труднодоступную) от ВЗ до МАВ.

5. Неподвижную (недоступную) от МАВ до нуля.

При внутривпочвенном орошении, где вода вводится снизу, по заложенным в земле трубам, увлажнение активного слоя почвы производится, в основном, капиллярным и пленочным путем, то есть используется всасывающая способность почвы. Последняя зависит от капиллярных свойств - чем больше капиллярность почвы, чем меньше диаметр ее частиц, тем больше всасывающая способность почвы при прочих равных условиях. Однако, кроме этих факторов, всасывающая способность почвы в определенный момент времени значительно зависит от влажности почвы. Чем больше влажность почвы, тем меньше, при прочих одинаковых условиях, ее всасывающая способность и наоборот.

Изменение всасывающей способности почвы в зависимости от влажности происходит по некоторой кривой, по мнению Н.А. Муромцева в обычных координатах зависимость носит гиперболический характер, а в полулогарифмическом масштабе, как отмечает И.И. Судницын – линейный. От сухого состояния приблизительно, до двойной гигроскопичности и затем от капиллярной влажности до полного насыщения всасывающая способность почвы с увеличением влажности уменьшается слабее, чем на промежутке между двойной гигроскопичностью и капиллярной влажностью данной почвы.