

Кленина А.В., Лунев Д.В., инженер.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Расчет расстояний между трубами-дренами при двустороннем регулировании уровня грунтовых вод

Приведены результаты теоретических разработок академика Аверьянова С.Ф. по вопросу подачи воды в трубы-дрены с целью увлажнения почв. Изучен механизм подачи воды и схема распределения напоров при подаче воды в трубу-дрену. Определены необходимые расчетные параметры и способы их нахождения. Выполнен пробный расчет расстояний между трубами-дренами и сравнение расчетных расстояний с расстояниями на опытно-производственных участках.

Двустороннее регулирование уровня грунтовых вод, регулирующие трубы-дрены, расстояния между регулируемыми трубами-дренами, механизм поступления воды из регулирующих труб-дрен в почвогрунты, колодец-регулятор, параметры расчета расстояний.

Система двустороннего регулирования уровня грунтовых вод (УГВ) предназначена для работы в двух режимах: дренирования и подпитывания грунтовых вод. При дренировании определение расстояний между трубами-дренами производится как для обычного дренажа и здесь не рассматривается.

Определяющим для системы двустороннего регулирования УГВ определением расстояний между регулируемыми трубами-дренами (РТД) является расчет на подпитывание грунтовых вод, что и является предметом рассмотрения в данной работе.

Общее теоретическое решение по расчету расстояний между РТД при подпитывании грунтовых вод разработал академик С.Ф. Аверьянов [1]. Нами исследован механизм поступления воды из РТД в грунт, определены конкретные расчетные параметры в полевых условиях, проведена работа отдельных конструктивных узлов системы, определена сходимость расчетных значений расстояний между РТД с фактическими значениями в полевых условиях на опытно-производственных участках.

Механизм поступления воды из РТД в грунт заключается в следующем: вода - при подаче ее в регулирующие трубы-дрены - через стыки между гончарными трубками или отверстиями перфораций выходит в дренажную траншею и сначала заполняет обратную засыпку над трубой-дреной, а затем из дренажной траншеи растекается в междренье. По мере подачи оросительной воды и общего подъема грунтовых вод уровни над трубой-дреной повышаются, приближаясь к поверхности. Разница в пьезометрических уровнях в трубе-дрене и в фильтровой засыпке над трубой-дреной (рис.1) по опытным данным составляет примерно 30 см.

Превышение пьезометрического уровня в фильтровой засыпке над фактическим уровнем грунтовых вод над дренажной составляет примерно 10...15 см.

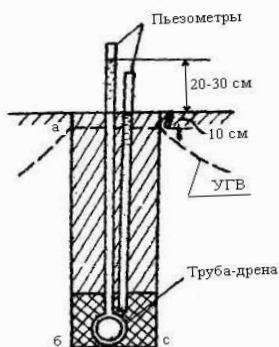


Рис.1. Схема распределения напоров при подаче воды в трубу дрена

Учитывая это, проектирование колодца-регулятора напора должно осуществляться таким образом, чтобы уровень воды в нем был на 20...30 см выше поверхности земли. Трассировка трубы-дрены осуществляется с таким уклоном, чтобы пьезометрический уровень в ней был параллельным поверхности земли и выше ее также на 20...30 см. В этом случае предельный уровень грунтовых вод над дренажной будет ниже поверхности земли на 10...15 см. Опыты показали, что в связи с ограниченностью, как времени подпитывания,

так и площади над трубой-дреной с такими близкими УГВ, отрицательного влияния их на культуры не происходит.

Как уже указывалось выше, при установлении расстояний между регулируемыми трубами-дренами определяющим является расчет на подпитывание грунтовых вод в целях подпочвенного увлажнения. Установленные таким образом расстояния являются достаточными для осуществления дренирования земель и расчет из условий понижения УГВ можно не производить.

Рассчитывать расстояния между регулируемыми трубами-дренами, исходя из условия подпитывания грунтовых вод, можно по известным формулам для определения расстояний между осушительными или рассолительными дренами. Материалы, касаю-

щиеся использования указанных формул для расчета подъема грунтовых вод в целях увлажнения осушаемых земель, приводятся в работе С.Ф. Аверьянова [1]. Наши опыты показали принципиальную возможность применения указанных формул для расчета подъема грунтовых вод в целях увлажнения почв на орошаемых землях.

При расчете расстояний между регулируемыми трубами-дренами системы двухстороннего действия необходимы следующие исходные данные:

1. Сведения о водопотреблении культуры (обычно устанавливаются на основании опытных данных или по эмпирическим зависимостям).

2. Влагоподъемные характеристики почв (кривые $q = f(\omega)$), определяемые на основании опытно-полевых или теоретических исследований.

3. Гидрогеологические характеристики почвогрунтов, включающие геолого-литологические профили, расстояния до водоупоров, коэффициенты фильтрации грунтов.

Расстояния между регулируемыми трубами рассчитываются для периода максимального суммарного испарения сельскохозяйственной культуры. В этот период почва должна иметь оптимальную, для культуры, влажность, грунтовые воды должны находиться на предельно высоких отметках, а количество влаги, поступающей в расчетный слой почвы от грунтовых вод, должно быть равно суммарному испарению (в случае, когда предусматривается только подпочвенное орошение). Система в это время работает при постоянных и наиболее высоких уровнях грунтовых вод, вся подаваемая трубами-дренами вода расходуется на суммарное испарение, а режим движения грунтовых вод является установившимся.

За расчетный УГВ над трубой-дреной во время впитывания грунтовых вод при соблюдении условий, указанных на рис.1, можно принимать поверхность земли. В этом случае за расчетный напор над трубой-дреной принимается необходимая глубина УГВ от поверхности при $q_{\max} = e_{\max}$, т.е. для условий юга Украины можно принять $H=60...100$ см (рис.2).

За расчетную площадь сечения (расчетный диаметр) трубы-дрены принимается площадь сечения дренажной траншеи, заполненной водой. Например, при заложении трубы-дрены на глубину 1,8 м, соблюдении нормативных условий [2] и ширине дренажной траншеи 0,6 м расчетная площадь сечения трубы-дрены будет равна $0,6 \times 1,7 = 1,02 \text{ м}^2$, что эквивалентно расчетному диаметру 0,88 м.

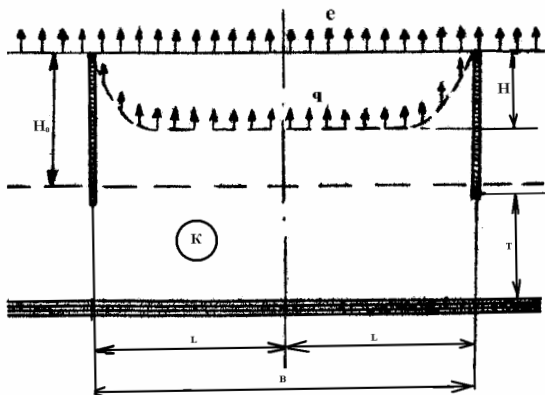


Рис.2 Схема для расчета расстояний между трубами дренами

Формулы для определения расстояний между регулирующими трубами-дренами в случае однородных грунтов:

при $\frac{B}{T} \geq 3$ - формула С.Ф. Аверьянова:

$$B = 2H \sqrt{\frac{\kappa}{q} \left(1 + \frac{2T}{H}\right) \cdot \alpha} ; \dots\dots\dots (1)$$

$$\alpha = \frac{1}{1 + \frac{2T}{B} \cdot 2.94 \cdot \lg \frac{1}{\sin \frac{\pi d}{\gamma T}}}$$

при $\frac{B}{T} < 3$ - формула А.Н. Костякова:

$$B = \frac{\pi \cdot k \cdot H}{q \left(2.3 \cdot \lg \frac{B}{d} - 1\right)} ; \dots\dots\dots (2)$$

при $T=0$ – формула Роте:

$$B = 2H \sqrt{\frac{k}{q}} ; \dots\dots\dots (3)$$

где: B - расстояние между трубами, м; H - среднее превышение напорного горизонта грунтовых вод (над трубой) над предельным уровнем грунтовых вод между трубами, м; k - коэф-

коэффициент фильтрации, м/сут; q - интенсивность капиллярного влагоподъема с предельных уровней грунтовых вод (в данном случае равная максимальному суммарному испарению), м/сут; T - расстояние от дрены до водоупора, м; d - расчетный диаметр трубы-дрены, принимаемый согласно рис.1.

Пример расчета расстояний между регулируемыми трубами-дренами исходя из условий увлажнения почв.

Исходные данные для расчета

1. Грунты участка однородны и на глубину 13,8 м представлены суглинками с коэффициентом фильтрации $K_{\phi}=0,4$ м/сут, подстилаются тяжелыми глинами, которые служат региональным водоупором

2. Глубина закладки труб-дрен 1,8 м; следовательно, расстояние от трубы-дрены до водоупора $T=12$ м.

3. Влагоподъемные характеристики 60-сантиметрового слоя почвы, показаны на рис.3.

4. Расчетный влагоподъем в 60-сантиметровый слой почвы, обуславливаемый сельскохозяйственной культурой, составляет $q_{\max}=60$ м³/сут на 1 га и осуществляется с глубины 80 см. Из этого же рисунка следует, что при глубине УГВ примерно 140...150 см грунтовые воды слабо используются для влагоснабжения расчетного слоя.

Порядок расчета

1. По влагоподъемной характеристике почвы (рис.3) находим, что необходимый влагоподъем в расчетный слой $q=60$ м³/сут на 1 га обеспечивается при глубине УГВ, равной 80 см.

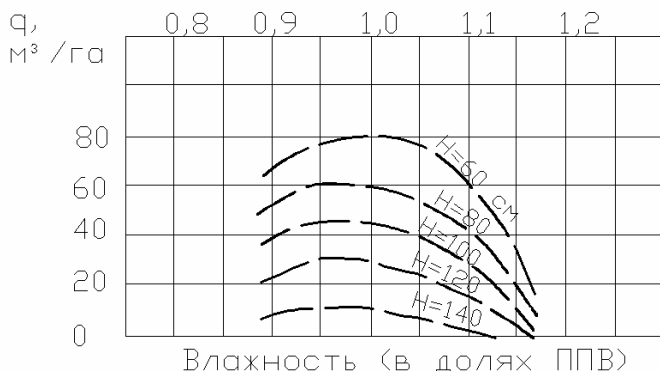


Рис.3. Влагоподъемные характеристики почвы

1. При соблюдении условий проектирования, изображенных на рис.1(уровень воды в колодце регулирующей трубы-дрены выше поверхности земли на 20 см), напор над междреньем при подаче воды в РТД можно определять от поверхности земли; следовательно, $H=0,8$ м.

2. Как указывалось, при глубине трубы-дрены 1,8 м и ширине дренажной траншеи 0,6 м, расчетная площадь сечения трубы-дрены равна $0,6 \times 0,7 = 1,02$ м², что эквивалентно $d=0,83$ м.

3. Расстояние между регулирующими трубами B рассчитанное по формуле Аверьянова для случая, когда $B \geq 3$ при $K_{\Phi}=0,4$ м/сут,

$$B = 2H \sqrt{\frac{\kappa}{q} \left(1 + \frac{2T}{H}\right) \cdot \alpha} = 2 \cdot 0,8 \sqrt{\frac{0,4}{0,006} \left(1 + \frac{2 \cdot 12}{0,8}\right) \cdot 0,39} = 44,1 \text{ м.}$$

4. Аналогичный расчет при $K_{\Phi}=0,6$ м/сут дает расстояние между трубами-дренами $B=57,0$ м.

Указанные расстояния имеют удовлетворительную сходимость с расстояниями, полученными в условиях проверок на опытно-производственных участках.

Выводы

1. Конструкции узлов сооружений, подающих воду в РТД и реализуемый ими механизм поступления воды на увлажнение почв, отвечают общим теоретическим принципам, предложенным академиком Аверьяновым С.Ф.

2. Расстояния между регулирующими трубами рассчитанные по формуле Аверьянова имеют удовлетворительную сходимость с расстояниями, полученными в условиях опытно-производственных участков.

Литература

1. Аверьянов С. Ф. Расчёт понижения и подъёма грунтовых вод при осушении системой каналов// Гидротехника и мелиорация. – 1957.-№12.

2.Марюшин П.А. Орошение чернозёмов: Монография. В 2ч. – К: ИСДО, 1993.