

образования фильтрационного выпора и исключить разрушение откоса под действием фильтрационных сил.

Разрабатывается конструкция крепления откоса канала с устройством в нижней его части призмы из хорошо фильтрующего материала, обеспечивающего «провальную фильтрацию»; конструкция позволяет уменьшить объем земляных работ при устройстве каналов польдерных мелиоративных систем.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Макшанов, А. В. Слияние разноконтентной информации в задачах поиска подвижных морских объектов / А. В. Макшанов, Т. В. Попович // Информация и космос. - 2014. - № 4. - С. 70-72.

2. Буше, Н. А. Совместимость трущихся поверхностей / Н. А. Буше, В. В. Копытько. — М. : Наука, 1981. - 128 с.

УДК 626.86

Митрахович А.И. \*, Казьмирук И.Ч. \*\*

*\*РУП «Институт мелиорации»*

*\*\*Белорусский национальный технический университет*

### **ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЫБОРОЧНОГО ДРЕНАЖА**

Белорусское Полесье – регион, в котором в течение продолжительного исторического периода выполнялись осушительные мелиорации. Их необходимость определялась своеобразием географических условий, среди которых первенствующее значение имело прогрессирующее заболачивание территории, сдерживающее развитие сельского хозяйства. Изменение природы Белорусского Полесья под влиянием осушительной мелиорации можно рассматривать в историческом аспекте, так как поступательное общественно–экономическое развитие Беларуси сопровождалось усилением использования его природных ресурсов, в основном лесных и земельных [1]. Полесский регион начал активно осваиваться в течение последних столетий. В XX веке Белорусское Полесье осушали преимущественно открытой сетью и горизонтальным дренажем. К настоящему времени общая площадь осушенных земель в Белорусском Полесье составляет около 2 млн. га. Без мелиорации земель в Полесье невозможно эффективно вести сельское хозяйство, так же как невозможно улучшение жизни населения данного региона [2].

Однако в результате длительной эксплуатации мелиоративных систем, изменения природных условий многие мелиоративные системы не обеспечивают требуемый водо-воздушный режим почв, морально устарели и нуждаются в реконструкции. Реконструкция мелиоративной системы состоит в переустройстве осушительной сети или ее элементов на новую техническую основу, при которой выполняется комплекс мероприятий, направленных на

изменение способа осушения, конструкции, основных параметров мелиоративной системы и других ее элементов.

Одним из основных требований при проектировании реконструкции мелиоративных систем является обеспечение относительно одинаковых условий для ведения сельскохозяйственного производства на поле (гомогенизация). Водный режим обеспечивается дифференциацией междренних расстояний соответственно степени увлажнения и грунтовых условий. Наиболее полно этим требованиям отвечает выборочный горизонтальный дренаж с дополнительными водопоглощающими элементами в пониженных элементах рельефа и агро-мелиоративными мероприятиями, проведенными на всей площади реконструкции.

При проектировании дренажа его параметры определяются необходимостью обеспечения заданной нормы осушения в расчетные периоды. При этом в зависимости от рельефа поверхности назначается конструкция дренажа. Современные закрытые дренажные системы должны удовлетворять следующим требованиям:

- организация ускоренного отвода поверхностных вод;
- осушение понижений глубиной до 50 см путем устройства в них колонок и колодцев-поглотителей преимущественно в сочетании с выборочным горизонтальным дренажем;

- на торфяниках с наличием на глубине  $0,3 \div 0,5$  м слабоводопроницаемых прослоек с коэффициентом фильтрации  $K_{\phi} \leq 0,5$  м/сут. следует предусматривать рыхление почвы в местах застаивания поверхностных вод;

- глубина закладки дрен-осушителей назначается в пределах  $0,8 \div 1,2$  м от поверхности почвы до трубы, с учетом прошедшей осадки торфа и стабилизации глубины торфяника. В понижениях глубиной более 0,3 м допустимая глубина закладки дрен должна быть не менее  $0,6 \div 0,7$  м;

- при устройстве на объектах реконструкции выборочного дренажа, располагаемого между открытыми каналами, расстояние между каналами следует назначать в пределах  $450 \div 500$  м с уточнением по расчету;

- при наличии на объекте реконструкции бессточных понижений глубиной более 0,8 м, в которых постоянно застаивается вода, целесообразно устраивать в них водоемы-копани, которые будут использоваться как источники воды для пожаротушения, орошения, водопоя скота и улучшения температурного режима мелиорированной территории;

- водоемы-копани с объемом воды  $600-1000$  м<sup>3</sup> могут устраиваться на проводящих каналах путем их уширения и углубления. Параметры их устанавливаются в зависимости от назначения.

Реконструкция дренажных систем производится в зависимости от причин, обуславливающих неудовлетворительный водный режим:

- при недостаточной водоприемной способности дрен из-за кольматажа водоприемных отверстий дренажных труб или защитно-фильтрующего материала (ЗФМ) необходимо устраивать дополнительные дрены и проводить

другие мероприятия: устройство колонок- и колодцев-поглотителей, усиливающих осушительное действие дренажа;

- применяемый ЗФМ должен соответствовать требованиям [3];
- при недостаточной глубине существующего коллектора следует устраивать новый коллектор параллельно существующему на требуемую глубину с подключением к нему как существующих, так и новых дрен;

В случаях, неудовлетворительной работы дренажа из-за малой глубины дрен, обратных уклонов дренажных линий, больших зазоров между дренажными трубками, кольматации ЗФМ восстановление работоспособности достигается перекладкой нарушенных участков или устройством новых дрен.

Одним из способов восстановления работоспособности дренажа при его заилиении и заохривании, является промывка.

Техническое состояние и работоспособность дренажных систем обуславливается их водоотводящей и водоприемной способностью. Водоотводящая (транспортирующая) способность – это способность дрен и коллекторов своевременно отводить поступающую в них почвенно-грунтовую воду. Зависит от параметров дренажных линий.

Показателем ее нормальной работы является безнапорный характер движения воды. Фонтанирование воды из труб коллекторов или выклинивания на поверхность указывает на его недостатки. Необходимо установить состояние коллектора ниже места фонтанирования. Водоприемная способность дрен зависит от их конструкции, вида и состояния присыпки, а также обратной засыпки дрен. Основным показателем неудовлетворительной водоприемной способности дрен является застой воды над ними при безнапорном движении. При этом, в зависимости от рельефа поверхности, назначается конструкция дренажа. На участках со спокойным рельефом без замкнутых понижений с уклоном поверхности более 0,005 проектируется как правило, систематический дренаж. На площадях с большим количеством замкнутых понижений, выраженным микрорельефом в суффозионно-неустойчивых грунтах и в грунтах, содержащих в воде железистые соединения, рекомендуется проектировать выборочный дренаж площадью систем не более 10 га. На одном объекте возможно сочетание выборочного и систематического дренажа.

На торфяниках и минеральных пойменных землях при ровной малоуклонной поверхности осушаемых земель и коэффициентом фильтрации  $K > 0,1$  м/сут. с хорошо водопроницаемыми подстилаемыми грунтами рекомендуется проектировать безуклонный ( $i=0$ ) и малоуклонный дренаж ( $i < 0,002$ ).

Коллекторная сеть трассируется по направлению большего уклона по понижениям и ложбинам при этом строго не регламентируется плановое расположение дрен.

На участках с наличием в грунтовых водах закисного железа рекомендуется применять дренажные системы площадью не более 3 га и устья устанавливать ниже среднего летнего горизонта (подтопленные).

Принципы проектирования и расчета параметров выборочного дренажа отличаются от расчета систематического дренажа необходимостью определения расхода дрен и коллекторов и их плановым расположением. Для определения расхода на план наносится схема расположения осушительной сети. Схема может быть составлена для всего массива или для выделенных характерных участков площади. При составлении схем осушения следует исходить из необходимости прокладки дрен по выраженным пониженным элементам рельефа поверхности, не соблюдая при этом параллельности и равномерности расположения дрен по площади с различными при необходимости расстояниями между дренами.

Определяются площади водосбора наиболее характерных участков понижений с неудовлетворительным водным режимом.

По площади водосбора и модулю дренажного стока вычисляется сток  $Q$  данного участка:

$$Q = F \cdot q, \quad (1)$$

где  $F$  - площадь водосбора;

$q$  - модуль дренажного стока, л/с\*га.

При отсутствии материалов балансовых исследований дренажный модуль стока для различных грунтов можно принимать ориентировочно следующим [4]:

- глины, суглинки тяжелые и средние 0,4÷0,5 л/с\*га;
- суглинки легкие, супеси – 0,6 л/с\*га;
- пески, торфяники низинные – 0,7÷0,8 л/с\*га.

Приток воды к дрене при круговом контуре питания на единицу длины находится по формуле:

$$Q_1 = \frac{2\pi KH}{\Phi_0 + \Phi}, \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (2)$$

где  $\Phi_0$  – фильтрационное сопротивление «идеальной дрены» (полости в грунте);

$\Phi$  – безразмерные фильтрационные сопротивления, обусловленные несовершенством дренажа по характеру вскрытия пласта.

Зная  $Q$  и  $Q_1$  - определяем длину дрен необходимую для осушения рассматриваемой площади:

$$l = \frac{Q}{Q_1}, \quad (3)$$

$Q$  – расход коллектора, м<sup>3</sup>/сут.

Гидравлический расчет коллектора из полиэтиленовых гофрированных труб выполняется по формулам [5]:

$$Q = 22.79\eta \cdot D^{2.645} \cdot i^{0.503}, \quad (4)$$

$\eta=0,93-0,98$ ; большие значения берутся для труб с круглой перфорацией, меньшие – с продольными щелями,

$D$  – внутренний диаметр трубы, м;

$i$  – уклон дренажной линии.

Из формулы (4), зная  $Q$ , определяем диаметр коллектора.

Места смены диаметров коллекторов труб определяют исходя из условия:

$$q_i = nq_0lB, \quad (5)$$

$$\text{или } q_i = q_0le, \quad (6)$$

где  $n$  – число дрен-осушителей, расположенных выше рассматриваемого сечения коллектора;

$l$  - длина дрен-осушителей;

$q_i$  - пропускная способность коллекторной трубы  $i$ -ом сечении;

$B$  - расстояние между дренами.

Гидравлический расчет малоуклонных и безуклонных дрен предлагается проводить на основании следующей формулы (7):

$$L = \left[ \frac{\Delta h(1+m)}{m} \cdot \left( \frac{10^7 \omega \cdot a}{qE} \right)^{\frac{1}{m}} \right]^{1+m}, \quad (7)$$

где  $L$  - длина дрены, м;

$\Delta h$  - действующий напор в дрене, м (определяется по формулам гидравлики); для одиночных дрен  $\Delta h = 0,05 \div 0,10$  м; для дренажных систем с коллекторами  $0,10 \div 0,15$  [6];

$q$  - модуль дренажного стока, л/с\*га;

$10^7$  - переводной коэффициент для  $q$  из л/с\*га в м<sup>3</sup>/с\*га;

$a$  и  $m$  - коэффициенты, определяемые по таблице 1.

Таблица 1 – Значения коэффициентов  $a$  и  $m$

Коэффициенты	Диаметры, мм				
	50	75	100	125	150
$a$	5,065	6,395	10,676	12,301	15,413
$m$	0,539	0,555	0,565	0,566	0,560

Для улучшения водного режима в изменившихся природных условиях, повышения надежности и технического уровня мелиоративных систем и их элементов, уменьшения капитальных и эксплуатационных затрат РУП «Институт мелиорации» и РУП «Полесьегипроводхоз» разработана конструкция мелиоративной системы с применением выборочного пластмассового дренажа и колонок-поглотителей, что обеспечит своевременный отвод поверхностных вод из понижений и ликвидацию переувлажнения почвы без чрезмерного переосушения повышенных элементов рельефа антропогенно-преобразованных торфяных почв.

Система с выборочным горизонтальным дренажем на 11 – 50 % экономичнее базовых вариантов с применением типовых конструктивных решений с систематическим дренажем. Протяженность дрен на системе с выборочным дренажем в 3 раза меньше, чем на систематическом. Объем земляных работ меньше в среднем в 2 раза.

**Выводы.**

1. Отмечены основные технические требования к современным системам дренажа в сложных природных условиях.
2. Приведены условия применения выборочного дренажа.
3. Дана методика расчета параметров выборочного дренажа.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Голованов, А.И. Мелиорация земель / А.И. Голованов, И.П. Айдаров, М.С. Григоров. – М.: Колос, 2011. – 825 с.
2. Титов, И. В. Белорусское Полесье: Опыт преобразования / И. В. Титов. – Брест: Альтернатива, 2015. – 312 с.
3. СТБ 1980-2009. «Полотно нетканое мелиоративное. Технические условия». Минск, 2009.
4. Справочник мелиоратора. Москва, Россельхозиздат, 1980.
5. Методические указания по гидравлическим расчетам пластмассовых трубопроводов. Мн., 1973.
6. Руководство по проектированию и изысканиям объектов мелиоративного и водохозяйственного строительства в Белорусской ССР. (РПИ-82), часть II, книга 1, Мн., 1985.

УДК 626.81

Яковлев Е.А., Казьмирук И.Ч.

*Белорусский национальный технический университет*

### **УПРАВЛЕНИЕ УРОВНЯМИ ГРУНТОВЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ УВЛАЖНИТЕЛЬНОГО ШЛЮЗОВАНИЯ**

Республика Беларусь расположена в зоне неустойчивого увлажнения. Общий гидромелиоративный фонд превышает 8 млн. га, что составляет почти 40% территории республики. В среднем за год выпадает 600 мм осадков, в многоводные годы количество их доходит до 899 мм, а в засушливые снижается до 350 мм.

Положительное влияние увлажнения осушенных земель на урожай сельскохозяйственных культур подтверждено многочисленными опытами. В республике Беларусь осушительно-увлажнительные системы (ОУС), занимают около 700 тыс. га или  $\approx 25\%$  осушаемой территории, в том числе 176 тыс. га с гарантированным водоисточником. Используя возможности системы необходимо минимизировать потери урожая в засушливых погодных условиях. Гарантированным источником подачи воды на увлажнение могут служить близлежащие озёра и специально созданные, комплексно используемые водохранилища.

Урожайность любой сельскохозяйственной культуры в значительной степени зависит от водного и теплового режима почвы. В весенний период