

УДК 626.87:631.6

**ОСУШЕНИЕ ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ПОНИЖЕНИЙ ЗАКРЫТЫМИ СОБИРАТЕЛЯМИ  
С УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫМИ КОЛОНКАМИ-ПОГЛОТИТЕЛЯМИ**

**В.М.Макоед**, старший научный сотрудник  
**Г.В.Хмелевская**, кандидат технических наук  
РУП «Институт мелиорации»  
**С.В.Крупенчик**, начальник отдела  
РУП «Белгипроводхоз»

**Ключевые слова:** замкнутые понижения, реконструкция, закрытые собиратели, колонки-поглотители, параметры закрытых собирателей

**Введение**

Мелиорированные земли, на которых производится более трети продукции растениеводства, представляют собой важный природно-техногенный ресурс. В Витебской области осушенные земли составляют до 30 % всех сельскохозяйственных площадей, а площадь мелиоративных систем, на которых требуется реконструкция или проведение мелиоративных мероприятий, составляет, соответственно, 113,3 и 66 тыс. га. Прежде всего, это относится к мелиоративным объектам со сложными почвенно-гидрогеологическими условиями, где на значительных площадях возможен длительный застой поверхностных вод. Это затрудняет, а иногда и полностью исключает в течение длительного времени сельскохозяйственное использование переувлажненных участков мелиорированных земель.

Кроме того, в результате застоя поверхностных вод происходит снижение, а иногда и полная гибель урожая. При реконструкции и восстановлении осушительных систем для ускорения отвода избыточных поверхностных и грунтовых вод из замкнутых понижений в закрытые коллекторы или каналы одним из способов осушения переувлажненных понижений является устройство закрытых собирателей, которые представляют собой дренаж со сплошной или прерывистой фильтрующей засыпкой и устраиваются на осушаемых тяжелых почвах.

**Основные результаты и обсуждение**

В зависимости от почвенно-гидрогеологических условий конструкции закрытых собирателей могут быть различными. Разработаны два типа закрытых собирателей ЗС-1 и ЗС-2. Закрытый собиратель ЗС-1 предназначен для отвода избыточных поверхностных и грунтовых вод на почвах с коэффициентом фильтрации более 0,5 м/сут. Закрытый собиратель ЗС-2 предназначен для отвода избыточных поверхностных и гравитационных вод из пахотного слоя почвы на слабоводопроницаемых почвах с коэффициентом фильтрации менее 0,5 м/сут. В настоящее время закрытые собиратели ЗС-1 и ЗС-2 уст-

раиваются с применением пластмассовых дренажных труб производителей, выпускающих полный набор фасонных частей.

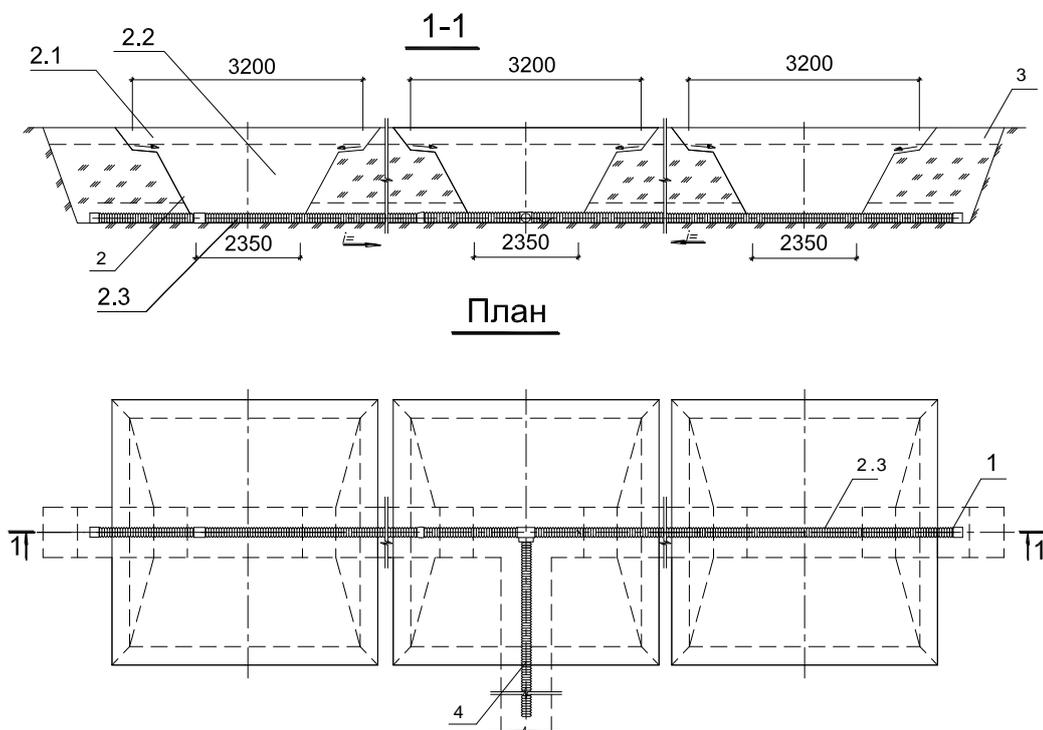
Закрытый собиратель ЗС-1 состоит из пластмассовых дренажных гофрированных труб одинакового или различного диаметра, сбросного пластмассового коллектора и фасонных частей различного типоразмера (тройники, муфты соединительные, патрубки переходные и т.д.). Фильтрационные и гидравлические расчеты закрытого собирателя ЗС-1 сводятся к определению длины и диаметров дренажных труб.

Закрытый собиратель ЗС-2 состоит из колонок-поглотителей и водоотводящих коллекторов, выполненных из гофрированных дренажных труб с защитно-фильтрующим материалом (ЗФМ), соединенных между собой фасонными изделиями различных типоразмеров. В конструкции закрытого собирателя ЗС-2 применены колонки-поглотители КПФ-1 [1]. Колонка-поглотитель КПФ-1 состоит из трех элементов: верхнего – водоприемного, среднего – водопроводящего и нижнего – водоотводящего. Верхний водоприемный элемент выполнен в виде ниши 3,2х3,2 м с минимальной глубиной 0,3 м по краям и максимальной 0,4 м посередине, заполненной песчано-гравийной смесью (ПГС) с коэффициентом фильтрации  $K_f$  более 10 м/сут. Верхний водоприемный элемент имеет площадь сечения 10 м<sup>2</sup> и глубину на 0,1-0,2 м больше глубины пахотного слоя почвы. При сельскохозяйственной обработке поля перемешивание гравийно-песчаной смеси с пахотным слоем почвы происходит, в основном, по контуру верхнего элемента, а центральная часть над дренажной остается практически неизменной. В вертикальной плоскости перемешивание ПГС происходит только в пределах 5-10 см. Снижение проницаемости ПГС в зоне перемешивания происходит за счет заполнения части ее пор комками почвы. Средний водопроводящий элемент совмещен с нижним водоотводящим элементом и имеет объемный фильтр из ПГС ( $K_f$  более 10 м/сут.) вокруг фильтрующей вставки из гофрированной дренажной трубы с фильтром из фильтрующего полотна. Фильтрующая вставка подключена к дрене соединительными муфтами. Конструкция закрытого собирателя ЗС-2 с колонками-поглотителями КПФ-1 приведена на рис.1.

Сбросной коллектор при прохождении его по землям, не требующим понижения уровня грунтовых вод, может устраиваться с водонепроницаемыми стенками, т.е. без перфорации и ЗФМ.

Выбор схемы закрытого собирателя и его местоположение на осушительной сети производится на основании анализа топографических, почвенных и гидрогеологических условий, а также характера переувлажненного понижения (вымочки) и вида угодий. Одна из схем расположения закрытого собирателя ЗС-2 в замкнутом переувлажненном понижении показана на рис.2.

Параметры закрытого собирателя определяются на основании фильтрационных и гидравлических расчетов в условиях безнапорного режима с учетом пропускной способности конструкции колонки-поглотителя и пропускной способности водоотводящего и

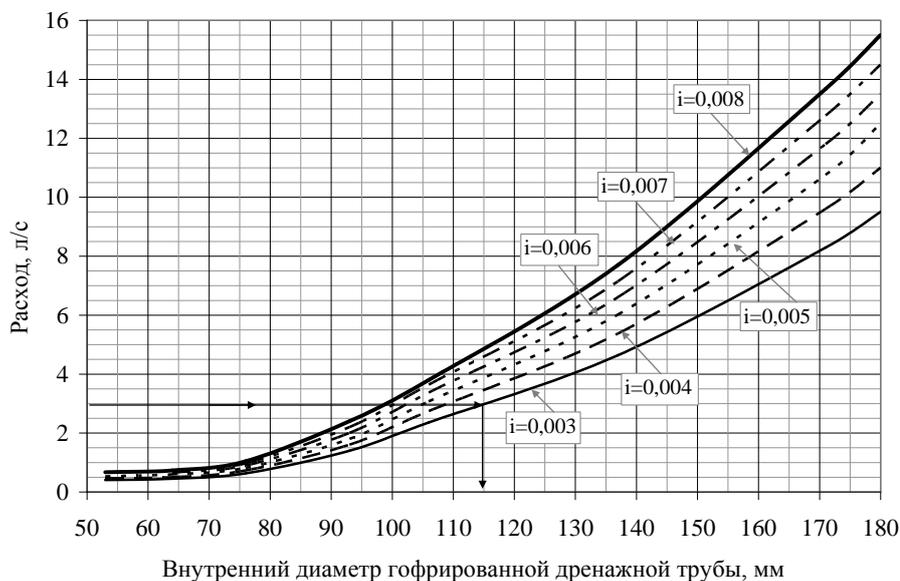


**Рис.1. Конструкция закрытого собирателя ЗС-2.**  
 1 – водоотводящий коллектор; 2 – колонка-поглотитель КПФ-1 (2.1, 2.2, 2.3 – соответственно, верхний, средний и нижний элементы конструкции); 3 – пахотный слой;  
 4 – сбросной коллектор



**Рис. 2. Схема расположения закрытого собирателя ЗС-2 в замкнутом переувлажненном понижении.**  
 1 – водоотводящий коллектор;  
 2 – колонки-поглотители КПФ-1;  
 3 – тройник; 4 – заглушка; 5 – переходник; 6 – дренажное устье

сбросного коллекторов. Расчетным периодом при проектировании закрытого собирателя для отвода избыточных вод из замкнутых понижений является период летне-осенних паводков обеспеченностью 10 %. Объем отводимого из понижения стока за нормативный



**Рис. 3. Пропускная способность коллектора из гофрированной дренажной трубы**

срок и расчетный расход  $Q_{расч}$  определяется в соответствии с Пособием П1-98 [2, раздел 6]. Гидравлический расчет закрытого собирателя ЗС-2 сводится к определению количества колонок-поглотителей и диаметров сбросного и водоотводящего коллекторов, необходимых для отвода расчетного расхода из замкнутого переувлажненного понижения.

Расход сбросного коллектора из гофрированной дренажной трубы определяется по методике Пособия П1-98 [2].

$$Q = 16,4 \cdot i^{0,51} \cdot D^{2,62} \quad (1)$$

где  $i$  – уклон коллектора;  $D$  – диаметр коллектора, м.

Результаты расчета приведены на рис.3. Диаметр гофрированной дренажной трубы сбросного коллектора, требуемый для пропуска расчетного расхода, определяется по графику в зависимости от расчетного расхода и уклона коллектора. Уклон водоотводящего и сбросного коллекторов определяется топографией осушаемого понижения. Минимальный уклон закрытых собирателей принимается 0,003 (по [3] допускается уменьшение уклона до 0,002).

Практически для условий существующих мелиоративных объектов длину закрытого собирателя принимаем до 200 м при уклоне 0,003 и до 250 м – при уклоне 0,005. Допускаемые скорости в закрытом собирателе, исходя из условия незаиляемости дренажной трубы и неразмываемости грунтов засыпки, должны находиться в диапазоне от 0,3 до 1,5 м/сут [3]. Полученный диаметр округляется до ближайшего типоразмера дренажной трубы (в большую сторону).

Общее количество колонок-поглотителей  $N$  определяется по формуле:

$$N = Q_{расч} / q_{кпф-1}, \quad (2)$$

где –  $Q_{расч}$  – расчетный расход закрытого собирателя ЗС-2;

$q_{КПФ-1}$  – расход колонки-поглотителя КПФ-1, равный 0,2 л/с.

При проектировании водоотводящего коллектора возможны различные варианты компоновки собирателя: а) одно или два крыла, подсоединяемые к сбросному коллектору; б) крылья коллектора из труб с диаметром одного размера по длине; в) крылья коллектора с набором участков из труб разного диаметра, подбираемых в зависимости от расхода коллектора в расчетном сечении.

Рассмотрим пример расчета закрытого собирателя ЗС-2.

При проектировании водоотводящего коллектора с разными по длине диаметрами дренажной трубы сначала задаются диаметром и уклоном участка трубы и по её пропускной способности (см. рис.3) определяют количество колонок, которое рассчитывается на этом участке по формуле (2). Когда пропускная способность дренажной трубы становится меньше суммарного расхода колонок-поглотителей, установленных на коллекторе выше рассматриваемого сечения, необходимо перейти на трубу большего диаметра. Далее расчет повторяется. Участки разного диаметра соединяются между собой с помощью переходных патрубков, а к сбросному коллектору крылья подсоединяются с помощью тройника. Диаметр сбросного коллектора должен обеспечить пропуск расчетного расхода. При отсутствии переходных патрубков диаметр водоотводящего коллектора (или его крыльев) принимается равным диаметру сбросного коллектора, хотя это и менее экономично. Оптимальный вариант выбирается на основании технико-экономического сравнения.

Рассчитаем, какую площадь понижений можно осушить с помощью закрытого собирателя ЗС-2 с колонками-поглотителями КПФ-1. В качестве примера расчеты проводим по объему отводимого стока для двух вариантов длины собирателя: минимальной  $L_{мин} = 100$  м (два крыла по 50м) и максимальной  $L_{макс} = 300$  м (два крыла по 150 м). При минимальной длине собирателя ( $L = 100$  м), устанавливаем, например, 10 колонок-поглотителей КПФ-1 с суммарным расходом 2 л/с. При максимальной длине ( $L = 300$  м) устанавливаем 30 КПФ-1 с суммарным расходом 6 л/с. Расчеты проводим для пашни, пастбищ и сенокосов, которые различаются сроками допустимого затопления: пашня - 0,5 суток, пастбища – 1 сутки и сенокосы – 1,5 суток [2]. Принимаем осушаемую площадь равной площади зеркала воды в понижении. Осушаемые площади рассчитываются по объему стока за отведенное нормами время при глубине воды в понижении 0,05 м, 0,1 м и 0,15 м. На рис. 4 приведены расчетные графики для пашни. Аналогичные графики можно построить для пастбищ и сенокосов. Результаты расчетов сведены в табл. 1.

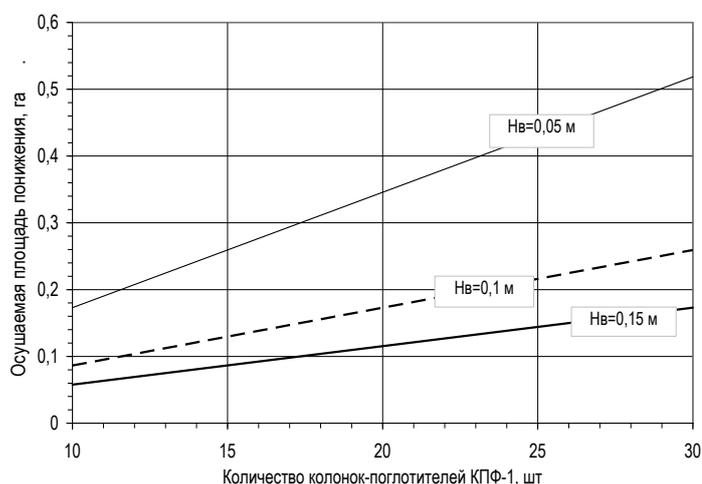
Расчеты показывают, что устройство закрытых собирателей ЗС-2 с колонками-поглотителями КПФ-1 в понижениях на пахотных землях ограничено в связи со сжатым нормативным сроком отвода избыточных вод в вегетационный период с поверхности земли (0,5 суток). Даже при 30 колонках-поглотителях КПФ-1, установленных на закрытом собирателе, площадь осушения не превышает 0,5 га.

**Таблица 1. Площадь понижения, осушаемая закрытым собирателем ЗС-2 с колонками-поглотителями КПФ-1**

Количество КПФ-1, длина собирателя	Глубина воды, м	Осушаемая площадь понижения, га		
		пашня	пастбище	сенокос
КПФ-1 - 10 шт., L=100 м	0,05	0,173	0,346	0,518
	0,1	0,0864	0,173	0,259
	0,15	0,0576	0,115	0,173
КПФ-1 - 30 шт., L=300 м	0,05	0,518	1,037	1,555
	0,1	0,259	0,518	0,778
	0,15	0,173	0,346	0,518

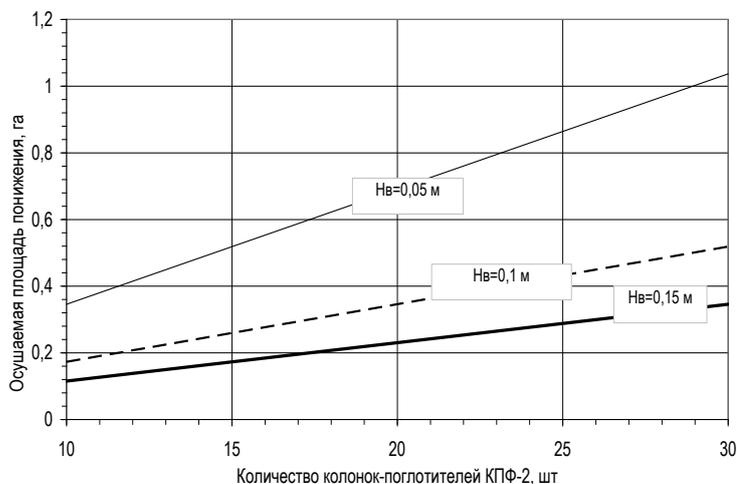
**Таблица 2. Площадь понижения, осушаемая закрытым собирателем ЗС-2 с колонками-поглотителями КПФ -2 и КПФ-3**

Количество КПФ, длина собирателя	Глубина воды, м	Осушаемая площадь понижения, га		
		пашня	пастбище	сенокос
<i>ЗС-2 с колонками – поглотителями КПФ -2</i>				
КПФ-2 - 10 шт., L=100 м	0,05	0,346	0,691	1,037
	0,1	0,172	0,346	0,518
	0,15	0,115	0,203	0,346
КПФ-2 - 30 шт., L=300 м	0,05	1,037	2,074	3,11
	0,1	0,518	1,037	1,555
	0,15	0,346	0,691	1,037
<i>ЗС-2 с колонками - поглотителями КПФ-3</i>				
КПФ-3 - 10 шт., L=100 м	0,05	0,605	1,21	1,814
	0,1	0,302	0,605	0,907
	0,15	0,202	0,403	0,6048
КПФ-3 - 30 шт., L=300 м	0,05	1,814	3,629	5,443
	0,1	0,907	1,814	2,722
	0,15	0,605	1,21	1,814

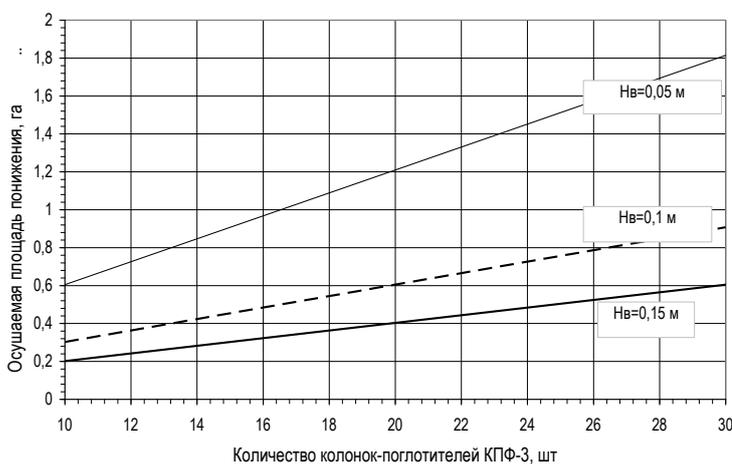


**Рис. 4. Площадь, осушаемая закрытым собирателем ЗС-2 с колонками-поглотителями КПФ-1 (пашня)**

Для повышения пропускной способности закрытого собирателя можно устанавливать на нем колонки-поглотители с большей производительностью, например, КПФ-2 с расходом 0,4 л/с и КПФ-3 с расходом 0,7 л/с.



**Рис.5. Площадь, осушаемая закрытым собирателем ЗС-2 с колонками-поглоителями КПФ-2 (пашня)**



**Рис.6. Площадь, осушаемая закрытым собирателем ЗС-2 с колонками-поглоителями КПФ-3 (пашня)**

Определим площадь осушения переувлажненного понижения при использовании его под пашню закрытым собирателем ЗС-2 с колонками-

поглоителями КПФ-2 и КПФ-3. Расчет проведен для того же количества колонок-поглоителей, которое было принято при расчете ЗС-2 с колонками-поглоителями КПФ-1. Результаты расчетов приведены в табл. 2 и на рис.5 и 6.

Расчеты показывают, что при использовании в закрытых собирателях колонок-поглоителей КПФ-2 на пашне можно осушить до одного гектара замкнутого понижения со слоем воды 0,05 м, а если установить на собирателе колонки-поглоители КПФ-3, то площадь осушения при том же количестве колонок и слое воды в понижении составит 1,81 га.

Более значительный эффект закрытые собиратели ЗС-2 могут иметь при осушении пастбищных и сенокосных угодий, поскольку нормативный срок затопления в вегетационный период составляет, соответственно, 1 и 1,5 суток.

При использовании переувлажненных понижений под пастбища закрытые собиратели ЗС-2 с колонками-поглоителями КПФ-2 (от 10 до 30 штук) смогут осушить 1,2-3,6 га, а при использовании понижений под сенокосные угодья закрытые собиратели с колонками-поглоителями КПФ-3 смогут осушить от 1,8 до 5,4 га.

Нами разработаны проектные решения «Закрытые собиратели для осушительных систем» [4]. Проектные решения нашли применение в ряде проектов реконструкции и восстановления мелиоративных систем, таких как «Реконструкция мелиоративной системы в СПК «Осовец-Агро» Любанского района Минской области», «Реконструкция мелиоративной системы в КУПСХП «Стародворское» Поставского района Витебской области и др.

### **Выводы**

1. Разработаны проектные решения «Закрытые собиратели для осушительных систем», введенные в действие с 1 декабря 2007 г. В проектных решениях закрытого собирателя ЗС-2 применены типовые колонки-поглотители КПФ-1.

2. Предложен способ расчета закрытого собирателя ЗС-2 с колонками-поглотителями при различной компоновке крыльев и с использованием участков дренажных труб с диаметром, возрастающим по мере увеличения расхода коллектора по длине.

3. В зависимости от характера сельскохозяйственного использования переувлажненного понижения определен диапазон площадей, осушаемых закрытым собирателем ЗС-2 при устройстве на нем от 10 до 30 колонок-поглотителей КПФ-1 с расходом 0,2 л/с.

4. Показано, что площади осушения переувлажненных понижений при использовании в ЗС-2 колонок-поглотителей с более высокой пропускной способностью: КПФ-2 – 0,4 л/с и КПФ-3 – 0,7 л/с – значительно возрастают.

### **Литература**

1. Типовые проектные решения Б.820-01-3.05 «Колонки-поглотители на мелиоративных системах». Утверждены ГПО «Белмелиоводхоз» Приказом №76 от 14 мая 2007 г, введены в действие ГПО «Белмелиоводхоз» с 1 декабря 2007 г. приказом № 249 от 30 ноября 2007 г.
2. Проектирование и возведение мелиоративных систем и сооружений», Пособие ПИ-98 к СНиП 2.06.03-85. Минск, 1999 – 85 с.
3. Масюк В.М. Закрытый собиратель. Мелиорация. Энциклопедический справочник. – Минск, 1984. – С. 187.
4. Проектные решения «Закрытые собиратели для осушительных систем». Утверждены ГПО «Белмелиоводхоз» Приказом №76 от 14 мая 2007 г., введены в действие ГПО «Белмелиоводхоз» с 1 декабря 2007 г. приказом № 249 от 30 ноября 2007 г.

### **Summary**

**Makoyed V., Khmelevskaya G., Krupenchick S. Reclamation of Overwetted Valleys with Closed Collectors with Improved Absorbing Columns**

Developed: The design of closed collector ZC-2 with the use of new absorbing columns. The calculation method of closed collector ZC-2 with absorbing columns and the use of regions of pipes with diameter increasing as the increase of collector consumption along the length is proposed. Depending on agricultural usage of overwetted valleys there is defined the range of areas ameliorated with closed collector ЗС-2 when mounted with KPF-1 absorbing columns from 10 to 30 pieces with a consumption of 0.2 l/s. The effectiveness of amelioration of overwetted valleys is shown when used in absorbing columns ZC-2 with higher flow capacity: KPF-2-0.4 l/s and KPF-3-0.7 l/s.

Поступила 12 января 2009 г.