

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КОЛОДЦЕВ–ПОГЛОТИТЕЛЕЙ  
ПРИ ОТВОДЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА**

**В. Шаулис**, доктор технических наук

**Н. Бастене**, доктор технических наук

**А. Шаулене**, младший научный сотрудник

Институт водного хозяйства Литовского сельскохозяйственного университета

**Ключевые слова:** осушение, поверхностный сток, колодцы-поглотители, конструкции, заиление

**Введение**

Поглотители поверхностных вод, сооруженные на дренированных площадях, отводят поверхностную воду из замкнутых понижений рельефа и непроточных ложбин непосредственно в дренажную сеть. От их успешной работы зависит нормальное функционирование всей осушительной системы в целом. Замкнутые понижения рельефа в почвенно-мелиоративном отношении довольно разнообразны и требуют дифференцированного подхода при их осушении, особенно по организации отвода поверхностных вод. Проблема отвода поверхностных вод становится актуальной в более влажные годы и особенно весной. Кроме того, актуальность возрастает при осушении почв тяжелого механического состава. Средние размеры замкнутых понижений рельефа сравнительно невелики, однако они не позволяют одновременно обработать все поле, провести сев. В понижениях часто размываются посева, усложняется уборка урожая.

Исключить или уменьшить потери урожая до минимума в таких местах предназначены поглотители поверхностных вод открытого (колодцы-поглотители) и закрытого (колонки-поглотители) типов. В Литве для отвода значительных объемов поверхностных вод широко применяются колодцы-поглотители.

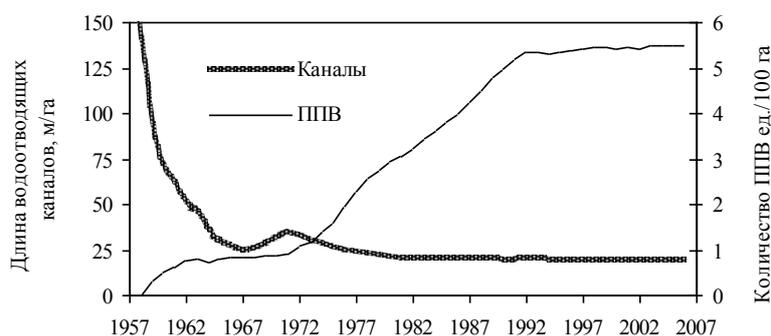
Данные строительства осушительных систем и мелиоративных сооружений [2] показывают, что с увеличением осушенных дренажем площадей количество колодцев-поглотителей поверхностных вод возрастало по показательной зависимости.

Рассматривая динамику строительства водоотводящей сети и колодцев-поглотителей поверхностных вод, можно выделить два этапа. На первом этапе (I), до 1974 г., с увеличением протяженности водоотводящей сети незначительно, но в соответствии с ним увеличивалось и число колодцев-поглотителей поверхностных вод. С каждым дополнительным километром закрытой водоотводящей сети была дополнительно осушена площадь в 28,7 га и сооружено 0,36 колодцев-поглотителей.

На втором этапе (II) ситуация изменилась. Например, в 1978-1988 гг. на один километр закрытой водоотводящей сети приходится дополнительно площадь осушения в 86,3 га и 9,88 колодцев-поглотителей поверхностных вод. Эти данные показывают, что

после 1974 г. при строительстве осушительных систем большое внимание уделялось эффективности осушения и особенно отводу поверхностных вод с дренированных площадей.

Начиная с 1991 г., строительство новых осушительных систем и реновация старых снизились до минимума [6, 9]. Очевидно, что установилась стабильная (рис. 1) плотность и водоотводящей сети (20,3 м/га), и колодцев-поглотителей поверхностных вод (5,5 ед./100 га).



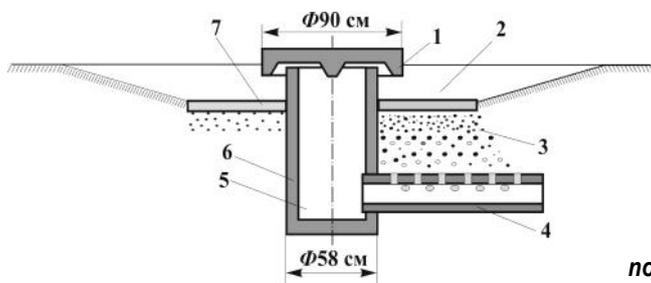
**Рис. 1. Динамика плотности водоотводящей сети и колодцев-поглотителей поверхностных вод на осушенных площадях**

Промышленное изготовление железобетонных, а в настоящее время пластмассовых элементов колодцев-поглотителей различных конструкций, довольно высокая степень механизации и несложность монтажа на месте строительства способствуют их широкому применению. Одних типов конструкций колодцев-поглотителей сооружено больше, других меньше, третьи установлены лишь на экспериментальных объектах.

#### **Результаты исследований и их обсуждение**

Целью полевых исследований колодцев-поглотителей поверхностного стока являлись оценка технического состояния, динамики неисправностей, эффективности эксплуатации. Обследование показало, что более 90 % колодцев-поглотителей поверхностных вод относится к конструкции F-5.

Колодцы-поглотители (рис.2) состоят из крышки диаметром 90 см (1), железобетонного стакана (6), в котором оставлено место для подсоединения водоотводной дрены [7].



Водоотводная дрена состоит из перфорированной асбестоце-

**Рис. 2. Колодец-поглотитель поверхностных вод конструкции F-5**

ментной трубы (4), над которой сооружается песчано-гравийная засыпка (3), чтобы быстрее отвести воду из наружного отстойника (2). Внутри поглотителя ниже дна дрены оставлено место (5) для осаждения части взвешенных наносов (внутренний отстойник). В таблице указаны результаты обследования состояния колодцев-поглотителей поверхностных вод конструкции F-5, сооруженных на дренированных площадях.

**Показатели и динамика состояния колодцев-поглотителей поверхностных вод F-5 на дренированных полях**

Показатели технического состояния		1986 г.	1996 г.	2007 г.
Крышка	Есть	64/0,889	102/0,816	72/0,857
	Сброшена	8/0,111	17/0,136	10/0,119
	Отсутствует	-	6/0,048	2/0,024
Выбор места строительства	Хорошее	68/0,944	119/0,952	80/0,952
	Плохое	4/0,056	6/0,048	4/0,048
Условия притока воды	Хорошие	54/0,750	81/0,648	64/0,762
	Плохие	18/0,250	44/0,352	20/0,238
Заиленные или заросшие входные отверстия	I – чистые	42/0,583	44/0,352	20/0,238
	II–заиленные на 50%	22/0,306	55/0,440	28/0,333
	III –заиленные полностью	8/0,111	26/0,208	36/0,429
При вспашке испорченны условия притока воды	Да	19/0,264	28/0,224	14/0,167
	Нет	53/0,736	97/0,776	70/0,833
Механически поврежден	Да	8/0,111	9/0,072	10/0,119
	Нет	64/0,889	116/0,928	74/0,881

По данным 2007 г., число колодцев-поглотителей конструкции F-5 с крышками в сборе составляет 85,7 %, со сброшенными крышками – 11,9 и крышки не обнаружены – 2,4 %. По данным 1986 и 1996 гг., колодцев-поглотителей этой конструкции со сброшенными крышками и без них было обнаружено 11,1 и 18,4 [8], а в настоящее время – 14,3 %, т.е. состояние почти не изменилось. Чаще всего крышки сбрасываются с колодцев широкозахватными землеобрабатывающими орудиями. Но в этом не всегда виноваты механизаторы, так как крышки не обозначены столбиками и их трудно заметить.

Говоря о правильном подборе места для строительства поглотителя, можно констатировать, что оно не всегда выбрано удачно, хотя в настоящее время неправильный выбор места встречается значительно реже.

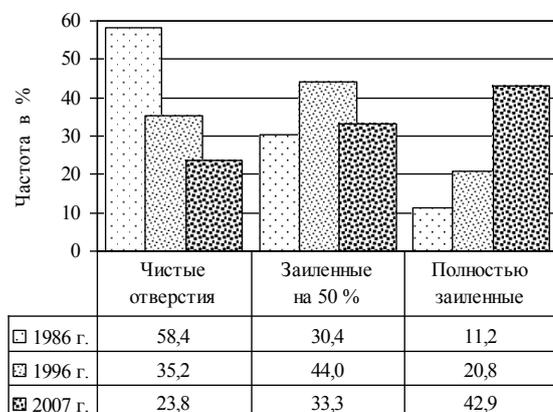
При неправильном выборе места строительства поглотителей во время весеннего половодья или летне-осенних паводков, вода в них не попадает, а ниже по склону находится затопленное понижение. Этот дефект встречается довольно часто. Таких поглотителей в 2007 г. найдено 23,8 %, большая часть их расположена на пахотных землях. В 1986 г. плохие условия притока воды к поглотителям F-5 составляли 25,0, а в 1996 г. – 35,2 % [8].

Частота этого явления тесно связана с местом выбора строительства поглотителя. Так как поглотители мешают обработке земли, они часто строятся не на самом низком месте понижения, а привязываются к контурам полей. В таких случаях прокладываются водопродводящие ложбины стока или поверхность земли выравняется так, чтобы обеспечить беспрепятственный приток поверхностных вод к поглотителю. При строительстве осушительных систем условия притока воды к поглотителям, как правило, создаются хорошие, но позже они ухудшаются из-за неправильной обработки земли.

Полевые исследования поглотителей поверхностных вод показали, что почти у третьей части (соответственно по времени исследования: 25,0, 35,2 и 23,8 %) поглотителей условия притока воды были плохими. На пахотных землях более чем у 65 % поглотителей условия притока склонны к ухудшению (16,7 % поглотителей испорчены при неправильной вспашке).

Наиболее часто встречающаяся неисправность у поглотителей конструкции F-5 – заиливание входных отверстий. Они заносятся продуктами эрозии почвы и со временем скрепляются корнями растений. По этой неисправности исследуемые поглотители распределены на три группы: I – входные отверстия поглотителя чистые, II – заиленные наполовину (50 %) и III – заиленные полностью.

По результатам обследований 2007 г. установлено (рис. 3), что поглотителей с чистыми входными отверстиями насчитывалось 23,8%; 42,9 % поглотителей имели заиленные полностью входные отверстия, 33,3 % – наполовину. На пахотных землях поглотителей с полностью заиленными



**Рис. 3. Динамика заиливания входных отверстий колодцев-поглотителей F-5**

с полностью заиленными входными отверстиями найдено более 80 %. Эти цифры показывают, что наружные отстойники поглотителей поверхностных вод свою функцию выполняют, в них оседают смытые с полей наносы. Однако наружные отстойники поглотителей при эксплуатации почти не очищаются.

По данным исследований, в 1986 г. с полностью заиленными входными отверстиями было найдено 11,1 % колодцев-поглотителей конструкции F-5, в 1996 г. – 20,8 %. За последнее десятилетие эта неисправность увеличилась более чем вдвое и в 2007 г. достигла 42,9 %. Очевидна тенденция увеличения поглотителей с полностью заиленными и уменьшения с чистыми входными отверстиями. Если в 1986 г. поглотителей с чистыми входными отверстиями было больше половины (58,3 %), то сегодня их меньше четвер-

ти (23,8 %). Динамика состояния входных отверстий колодцев-поглотителей F-5 указывает на их плохую эксплуатацию. Просматривается тенденция: если не будут очищаться наружные отстойники поглотителей, то поглотители с наполовину заиленными входными отверстиями скоро пополнят ряды неисправных. Казалось, что теперь, когда меняется взгляд на собственность, фермеры и сельскохозяйственные общества уделят нужное внимание эксплуатации колодцев-поглотителей поверхностного стока. Однако, несмотря на то что в последнее время все больше говорят о необходимости ухода и очистки поглотителей, во время полевых исследований очищенных поглотителей найдено крайне мало.

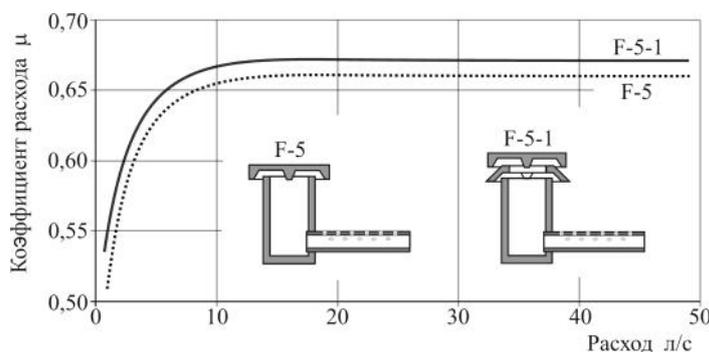
Анализ данных о механически поврежденных колодцах-поглотителях показывает, что число этих неисправностей не уменьшается (11,9 %). При переезде через поглотители землеобрабатывающими орудиями сваливаются, ломаются крышки, часто повреждается даже железобетонный стакан колодца-поглотителя.

Расход колодца-поглотителя поверхностного стока  $Q$  определяется по формуле:

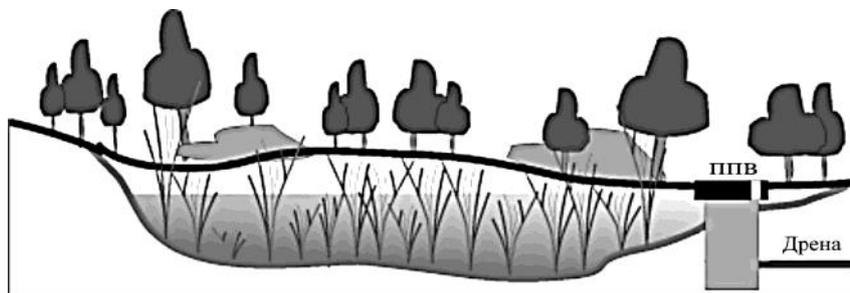
$$Q = \mu_{\text{пгв}} A \sqrt{2 g H_0} \quad (1)$$

где  $\mu_{\text{пгв}}$  – коэффициент расхода колодца-поглотителя;  $A$  – площадь сечения водоотводной дрены;  $H_0$  – полный напор, разница уровней воды перед и за поглотителем с учетом скоростного напора.

Исследования колодцев-поглотителей на гидравлическом стенде показали, что коэффициенты расхода воды поглотителей конструкции F-5 и F-5-1 получены соответственно 0,66 и 0,67 л/с (рис. 4). Эти коэффициенты расхода поглотителей оценивают все гидравлические сопротивления системы колодец-поглотитель – водоотводная дрена (когда диаметр и длина водоотводной дрены соответственно 150 мм и 200 см, а входные отверстия поглотителя чистые) [5].



**Рис. 4. Коэффициенты расхода воды поглотителями конструкции F-5 и F-5-1**



**Рис. 5. Схема задержки поверхностного стока в замкнутом понижении рельефа**

Преимущества колодцев-поглотителей перед другими способами (колонка-поглотитель, увеличение водопроницаемости траншейной засыпки дренажа) для ускорения сброса поверхностных вод из замкнутых понижений в закрытую сеть заключаются в том, что они быстрее отводят большое количество воды. Проектная поглощающая способность колодцев-поглотителей конструкции F-5 и F-5-1 составляет, соответственно, до 40 и 80 л/с, но в действительности она будет значительно меньше, потому что основная часть гидравлических сопротивлений будет создаваться в водоотводном дренажном коллекторе.

К числу недостатков, помимо того, что колодцы-поглотители мешают обработке полей, относится необходимость постоянного ухода, а также сравнительно большой риск загрязнения водоприемников, ибо поверхностная более загрязненная вода через колодезь-поглотитель по водоотводному дренажному коллектору попадает прямо в реки и озера. Одним из средств снижения загрязнения может быть задержка поверхностного стока (рис. 5). Если на осушенной площади имеются понижения рельефа, в которых даже после устройства сооружений по отводу поверхностного стока не удается достичь эффективного осушения, то эти площади лучше использовать в качестве естественных отстойников.

Как утверждают зарубежные ученые [3, 4], такие искусственные заболоченные площади – эффективное средство, чтобы снизить загрязненность водотоков стоками с сельскохозяйственных полей. Эти заболоченные площади могут сдерживать до 23 % азота и 38 % фосфора, попадающего из осушаемого бассейна. Для отвода избыточного стока из заболоченной площади необходимо установить колодезь-поглотитель. Обязательно следует учитывать, что корни деревьев будут закупоривать дрены, и принять соответствующие меры. В общем случае данные изысканий должны быть достаточными для предварительной оценки стоимости объемов работ и обоснования решений по рациональному использованию земли с учетом почвозащитных и природоохранных требований [1].

### **Выводы**

1. При снижении плотности водоотводящей сети до 20,3 м/га необходимо повысить эффективность мероприятий по отводу поверхностного стока, при этом плотность колодцев-поглотителей в дренированных землях следует увеличить до 5,5 ед./100 га.

2. Исследования состояния колодцев-поглотителей поверхностного стока F-5 показывают, что наиболее часто встречающейся неисправностью является заиливание входных отверстий поглотителей: 33,3 % заилены наполовину, 42,9 % – полностью. Прогнозируется тенденция увеличения заиливания входных отверстий поглотителей из-за отсутствия надлежащей эксплуатации.

3. Задержка поверхностного стока в ряде замкнутых понижений рельефа может служить водоохраным мероприятием и снизить загрязненность поверхностных вод с сельскохозяйственных полей.

### **Литература**

1. Вахонин, Н. К. Комплексный мониторинг мелиорированных водосборов для оценки их эффективности./ Н.К.Вахонин. //Мелиорация сельскохозяйственных земель в XXI веке: проблемы и перспективы. Докл. Междунар. научно-практ. конф. Минск, 20–22 марта 2007 г. – С. 71-74 (резюме на англ.яз.).
2. Мелиорированная земля и мелиоративные сооружения. – Вильнюс. – 2007. – 53 с. (на лит. яз.).
3. Пуустинен, М., Коскиахо, И. et al. Constructed wetlands for agricultural loading. Final report of the Vesikot-project. Finnish Environment. – 2001. 499. 63 p.
4. Райнхардт, М., Гэхтер, Р. et al. Phosphorus Retention in Small Constructed Wetlands Treating Agricultural Drainage Water. *Journal of Environment Quality*. – 2005. 34, – P.1251-1259.
5. Римкус А., Шаулис В. A calculation method and mathematical model. *Water Management Engineering*. – 1998, т.5 (27). – С. 38–52 (резюме на англ. яз).
6. Шаулис, В. Эколого-экономические аспекты использования осушительных систем в Литовской Республике. /В. Шаулис, Н. Бастене //Мелиорация сельскохозяйственных земель в XXI веке: проблемы и перспективы. Докл. Междунар. научно-практ. конф. Минск, 20–22 марта 2007 г. – Минск. – 2007. – С. 337–339.
7. Шаулис, В. Эксплуатация осушительных систем./ В.Шаулис, Н.Бастене. – Вильнюс, 2007.– 80 с. (на лит. яз.).
8. Шаулис, В. Исследования технического состояния поглотителей поверхностного стока. Междунар. науч. конф. – Каунас, 9-10 октября 1996 г. – С. 113-117 (резюме на англ.яз.).
9. Шаулис В. The Conceptual Models of Usage and Possession of Land Reclamation Property. *Water Management Engineering*. – 2001, т. 14(36). – С. 27-36 (резюме на англ. яз.).

### **Summary**

#### **Šaulis V., Bastene N., Šaulene A. Assessment of the Condition of the Absorbing Wells during the Surface Flow Withdrawal**

As the drainage area is expanded with reduction of the drainage density, it is necessary to improve the efficiency of the measures for withdrawal of the surface flow. The investigations of the technical conditions of the surface-flow absorbing wells in the drained lands of Lithuania, conditions of inflow of the surface water to the absorbing wells and degree of silting of the inlet holes are evidence of the tendency of increase of the fault rate due to insufficient care when operating the absorbing wells. The retention of the surface flow in a number of closed depressions of the relief can be considered a water-protective measure and reduce the pollution of the surface waters from the agricultural fields.

Поступила 3 апреля 2008 г.