

Таким образом, полученные результаты показали, что асинхронность в формировании стока рек Беларуси существенная и ее необходимо учитывать при оценке водных ресурсов для маловодных и многоводных лет.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Логинов, В. Ф. Водный баланс речных водосборов Беларуси / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек. – Минск: Тонпик, 2006 – 160 с.
2. Статистические методы в природопользовании : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Е. Валуев [и др.]. – Брест: Изд-во Брестского политехнического института, 1999. – 252 с.
3. Волчек, А. А. Гидрологические расчеты : учебное пособие / А. А. Волчек. – Москва: КНОРУС, 2021. – 418 с.
4. Волчек, А. А. Пакет прикладных программ для определения расчетных характеристик речного стока / А. А. Волчек, С. И. Парфомук // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. – № 1. – 2009. – С. 22–30.

УДК 626.862

### **КОНСТРУКЦИИ УСТЬЕВ КОЛЛЕКТОРОВ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ОТВОДА ДРЕНАЖНОГО СТОКА С МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ПАВОДКА**

**К. А. Глушко**, канд. техн. наук, доцент

**К. К. Глушко**, канд. техн. наук, доцент

УО «Брестский государственный технический университет»,  
г. Брест, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** устье, коллектор, дрена, дренажный сток, канал, снег, весеннее половодье.

**Аннотация.** Предложены конструкции устьев коллекторов для ускорения отвода дренажного стока с мелиоративных систем различного типа в условиях паводка.

**Key words:** mouth, collector, drain, drainage runoff, channel, snow, spring flood.

**Summary.** Designs of collector mouths have been proposed to accelerate the removal of drainage runoff from various types of reclamation systems under flood conditions.

Основными конструктивными элементами закрытой регулирующей сети осушительных мелиоративных систем являются дрены, коллекто-

ра и устья Дрены являются первичными приемниками профильтровавшейся гравитационной воды. Они отводят ее в коллектор. Последний собирает дренажный сток из всех дрен, подключенных к нему, и сбрасывает его, как правило, в канал (водоприемник). Для устройства дрен и коллекторов в современных условиях используются пластмассовые перфорированные трубы, обладающие высокой гибкостью. Поэтому для надежного сопряжения коллектора с каналом устраиваются устья в виде жесткой пластмассовой или асбестоцементной трубы [1].

По нормам проектирования, расстояние от низа устьевой трубы до поверхности зеркала воды в канале в расчетный меженный период должно быть, для обеспечения бесподпорного стока, не менее 0,1 м [2].

В то же время в расчетный период весенних и летне-осенних паводков (при использовании осушенных земель под полевые севообороты с озимыми и многолетними насаждениями) уровень воды в каналах допускается в бровках, что приводит к затоплению устьев и образованию подпора в коллекторах и дренах. Полевыми и лабораторными исследованиями установлено, что в этом случае в истоках дрен и коллекторов формируется избыточное давление, препятствующее притоку фильтрационной воды [3]. Защемление воздуха в порах придренной области приводит к снижению фильтрационного стока в дренах при падении уровня воды в водоприемнике, что гидравлическими расчетами каналов не учитывается. Научные задачи водохозяйственного строительства требуют недопущения превышения предельных сроков затопления мелиорируемых территорий. В связи с этим уместно использовать энергетический потенциал воды в каналах. В частности для этого предлагается (рис. 1) концевую часть устья 1 коллектора оснащать г-образной насадкой 2, выход которой ориентирован по направлению движения воды в канале, как показано на рис. 1.

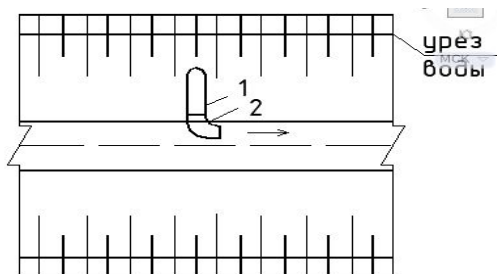


Рис. 1. Устье коллектора с г-образной насадкой:  
1 – устье; 2 – г-образная насадка

Устройство защищено авторским свидетельством на изобретение [4]. Поток воды в канале обтекает насадок 2 и за счет эжекции формирует вакуум в устье коллектора. Чем выше скорость потока воды в канале, тем выше эффект. Учитывая, что на суглинистых почвах скорость воды в канале достигает до 1,0 м/с [4], величина разрежения может достигать до 5 см водного столба, что достаточно, чтобы снять избыточное давление в истоках дрен и коллекторов и повысить эффективность их работы.

Эффективность работы насадка снижается с увеличением глубины воды в канале, так как область высоких скоростей находится у поверхности и изменяется по параболическому закону, а положение насадка фиксировано.

Цель достигается путем использования эластичного г-образного насадка с эффектом поплавка, перемещающегося по вертикальной направляющей штанге, как показано на рис. 2, конструкция которого защищена авторским свидетельством на изобретение [5].

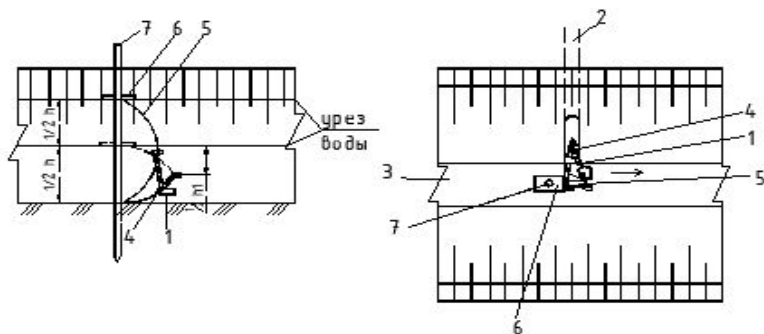


Рис. 2. Устье коллектора с поплавковой г-образной насадкой: 1 – устье; 2 – дренажный коллектор; 3 – канал; 4 – гибкий патрубкок; 5 – эластичная диафрагма; 6 – поплавок; 7 – направляющая штанга

Эффект работы устройства проявляется при затоплении устья 1 дренажного коллектора 2 водой канала 3. В этом случае поплавок 6, следуя за уровнем воды, движется по направляющей штанге 7 и перемещает с собой верхний конец эластичной диафрагмы 5. Нижний конец ее закреплен у дна канала. Поток воды в канале формирует изгиб диафрагмы соответствующий эпюре скоростного потока и на не менее чем в половине глубины воды в канале в силу закрепления верхнего конца диафрагмы. Так как режим движения турбулентный, то эпюра в

средней части потока более выравнена. На этой глубине скорость значительно выше, чем у дна, динамика ее устойчива, так как отсутствует влияние шероховатости откосов и дна канала, растительности и атмосферных явлений в виде снега и льда, волновых явлений.

Максимально возможно динамичный поток обтекает оголовки гибкого патрубка 4 и создает разрежение в нем, соответствующее данному живому сечению потока. Это разрежение, равное скоростному напору воды, распространяется на всю коллекторно-дренажную сеть, противодействие защемленного воздуха снимается и в силу этого дренаж вступает в работу. С понижением уровня воды в канале поплавков 6 следует за ним по направляющей штанге 7, перемещая за собой верхний конец диафрагмы 5. Ее форма становится более выпуклой, но положение г-образного патрубка на половине новой глубины потока сохраняется, т. е. обеспечивается максимальное возможное использование динамики потока воды в канале при новом состоянии. Процесс вакуумирования не прекращается, продолжается в новом режиме. Это состояние показано на рис. 2 пунктирной линией.

При снижении уровня воды в канале до оголовка устья эффект вакуумирования прекращается, и дренажная система начинает работать в обычном режиме, т. е. избыточная гравитационная влага поступает в дренаж, собирается в коллектор 2 и устьем 1 отводится в канал 3.

В практике проектирования мелиоративных систем разработаны и используются системы с постоянно затопленным устьем конструкции П. И. Закржевского [6]. Они построены в Луинецком, Ивацевичском районах Брестской области, Любанском районе Минской области. Конструкция системы обеспечивает уменьшение глубины проводящей сети и снижение затрат на ее строительство. Особенностью данной конструкции является то, что отметка устья коллектора проходит ниже отметки дна канала и для их сопряжения используется вертикальный колодец, который может быть различного диаметра. Исследование автором этих устройств показало, что колодцы являются зимовальными ямами для мелкой рыбы, но зачастую заносятся песком и требуют периодической очистки. В этом случае эффективность их работы снижается. Увеличение диаметра колодца для обеспечения возможности очистки, является препятствием для движения воды в канале и искажает структуру потока, приводя к местным размывам дна и откосов каналов.

Совершенствование конструкции колодцев позволило устранить этот недостаток и обеспечить их работоспособность. Усовершенство-

ванная конструкция колодца представлена на рис. 3 и защищена авторскими свидетельствами [7, 8].

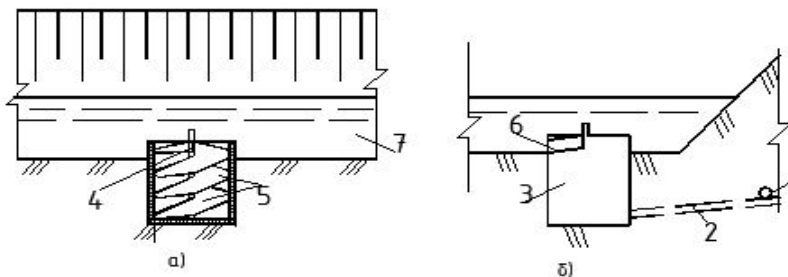


Рис. 3. Принципиальная схема устройства затопленного устья:

- 1 – дрена; 2 – коллектор; 3 – колодец (устье); 4 – стойка;  
5 – винтообразный элемент; 6 – выходное отверстие;  
7 – канал

Устройство изначально предполагает постоянно затопленное состояние, поэтому при любых уровнях воды его работа одинакова.

Избыточная влага через дрена 1, коллектор 2 поступает в колодец 3. Благодаря подсоединенному коллектору к колодцу по касательной в последнем формируется вращательное движение жидкости. При этом окружная скорость с удалением от центра вращения растет.

Центром вращения является ось стойки 4 винтообразного элемента 5. Винтообразный элемент представляет собой эвольвенту с подъемом витков по ходу движения и создает направленное движение дренажного стока.

Живое сечение между витками проектируют таким образом, чтобы обеспечивалась транспортирующая скорость потока в колодце с недопущением осаждения наносов.

Дренажный сток на выходе из колодца сливается через порог водосливного отверстия 6 и, совпадая по направлению с потоком воды в канале, увлекается им, а наносы, осевшие на поверхности винтообразного элемента, смываются в канал 7.

Экспериментальные исследования, проводимые в лаборатории гидротехнических сооружений БрГТУ, показали, что колодец остается в работоспособном состоянии при загрязнении поверхности винтообразного элемента мелкозернистым гравием крупностью до 10 мм и более.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мелиорация и водное хозяйство. Осушение. Справочник / под ред. Б. С. Маслова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 447 с.
2. ТКП 45-3.04-8-2005 (02250). Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования. Минск, 2018. – 111 с.
3. Вахонин, Н. К. Работа дренажа с защемлением воздуха / Н. К. Вахонин, П. И. Закржевский, А. А. Новиков // Мелиорация и водное хозяйство. – 1980. – № 3. – С. 16–21.
4. Устье дренажного коллектора: а.с. SU 1108165 / К. А. Глушко и др. – Опубл. 15.08.1984.
5. Устье дренажного коллектора: а.с. SU 1521820 / К. А. Глушко и др. – Опубл. 15.11.1989.
6. Закржевский, П. И. Постоянно затопленный дренаж / П. И. Закржевский. – Минск: Ураджай, 1982. – 128 с.
7. Устье дренажного коллектора: а.с. SU 1141154 / К. А. Глушко и др. – Опубл. 23.02.1985
8. Устье дренажного коллектора: а.с. SU 1717714/ К. А. Глушко и др. – Опубл. 07.03.1992.

УДК 004.9:378

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОИЗВОДНОЙ В ШКОЛЕ И ВУЗЕ

**Г. Г. Гусарова**, ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,  
г. Горки, Республика Беларусь

**Ключевые слова:** математика, связь школьной и вузовской математики, производная функции одной переменной.

**Аннотация.** Понятие производной функции одной переменной является ключевым в разделе математического анализа. Оно широко применяется во многих отраслях науки: в математических и физических, в технических и экономических, в задачах исследования объектов, протекания процессов и выбора оптимального управления ими. В общеобразовательных школах дается лишь минимум теоретических аспектов, которые не позволяют в полной мере раскрыть сущность понятия производной функции, как исследовательского инструмента, позволяющего развиваться и познавать процессы, происходящие в природе. Поэтому роль преподавателя вуза донести эту сущность математики до студента. Сделать это возможно только на примерах, показывающих использование математического аппарата для решения при-