

УДК 626.87:631.6

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НОВЫХ КОЛОНК-ПОГЛОТИТЕЛЕЙ  
НА МЕЛИОРАТИВНЫХ ОБЪЕКТАХ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ**

**В.М. Макоед**, старший научный сотрудник  
**Г.В. Хмелевская**, кандидат технических наук  
РУП «Институт мелиорации»

**Ключевые слова:** колонка-поглотитель, фильтрующая засыпка, верхний водоприемный элемент, эксплуатационная надежность

**Введение**

Основной целью полевых исследований разработанных конструкций колонок-поглотителей было определение их эксплуатационной надежности и работоспособности по отводу избыточных поверхностных вод из небольших замкнутых понижений в разных условиях Витебской области. Для этого в Шарковщинском, Сенненском, Шумилинском и Глубокском районах были построены предлагаемые [1] конструкции колонок-поглотителей, за работой которых в течение семи лет проводились наблюдения.

Объектами исследований являлись указанные колоноки-поглотители и, прежде всего, их верхние водоприемные элементы, состояние прилегающих к ним территорий и посевов на них.

**Основные результаты исследований и обсуждение**

Наибольшему антропогенному влиянию при периодических сельскохозяйственных обработках почвы и воздействию поверхностного стока подвержен верхний водоприемный элемент колонки-поглотителя, находящийся на поверхности поля. Верхний водоприемный элемент представляет собой нишу квадратной формы, глубиной 30 см по краям и 40 см в центре, засыпанную до поверхности песчано-гравийной смесью (ПГС). Средний проводящий и нижний водоотводящий элементы в конструкциях находятся ниже пахотного слоя почвы, поэтому они практически не зависят от антропогенных воздействий и подвержены лишь воздействию фильтрационного потока. Кроме того, поскольку в этих элементах используются материалы с длительным сроком службы (дренажные трубы, иглопробивное фильтрующее полотно из полипропилена, гравий, керамзит и др.), то при качественном строительстве эксплуатационная надежность их работы продолжительное время не вызывает сомнения.

В верхнем водоприемном элементе после сельскохозяйственных обработок почвы в вертикальной плоскости образуется два слоя: ПГС верхнего слоя на глубину вспашки (20-25 см) перемешивается с пахотным слоем почвы и со временем его фильтрационные свойства изменяются, а ПГС нижнего слоя остается с первоначальными фильтрационными свойствами. После обработок почвы в верхнем слое образуются две зоны –

Характеристика осадков на объектах исследований

Мелиоративный объект	Сезон (период)	Гидрологический год													
		2001/02		2002/03		2003/04		2004/05		2005/06		2006/07		2007/08	
		мм	% от норм-мы	мм	% от норм-мы	мм	% от норм-мы	мм	% от норм-мы	мм	% от норм-мы	мм	% от норм-мы	мм	% от норм-мы
«БЭХ» Сенненский р-н	Осень (X-XI)	129	130	144	146	136	137	87,0	88	71,0	82,4	83	138,2	140	
		114,3	117	114,1	116	87,7	90	124,2	127	74,6	98,6	101	128	131	
«БЭХ» Сенненский р-н	Зима (XII-I)	136,2	132	69,7	68	198,3	193	118,2	115	82	159,6	155	64,0	62	
		142	139	68,2	67	179,1	176	114,4	112	57,2	115,8	114	70,6	69	
«БЭХ» Сенненский р-н	Весна (III-IV)	59,2	80	48,4	65	56,0	76	85,2	115	95,0	59,0	80	151,2	204	
		59,5	80	36,4	49	47,4	64	71,0	96	79,0	47,4	64	157,8	213	
«БЭХ» Сенненский р-н	Вегет. период (V-IX)	218,5	61	399,9	111	316,2	88	358,1	100	445	325,5	91	-	-	
		131,2	39	412,9	121	268,6	79	421	124	235,6	258,8	76	-	-	
«БЭХ» Сенненский р-н	Год (X-XI)	542,9	86	662	104	706,5	111	648,5	102	693	626,5	99	-	-	
		447	73	631,6	103	582,8	95	730,6	119	446,4	520	85	-	-	

центральная и периферийная, расположенная по периметру верхнего элемента конструкции. Основное перемешивание ПГС с пахотным слоем почвы происходит в периферийной зоне, и за счет этого фильтрационные свойства в ней со временем ухудшаются. В центральной зоне, где располагается рабочая область фильтрации, перемешивание пахотного слоя почвы с ПГС практически не происходит, следовательно, свойства ПГС в этой зоне продолжительное время остаются удовлетворительными.

В Шарковщинском районе на мелиоративном объекте «Казачи» в СПК «Доваторский» в сентябре 2002 г. были построены три типа колонок-поглотителей: КПФ-1, КПФ-2 и КПФ-3. Почвы участка – дерново-подзолистые слабоглееватые среднесуглинистые, подстилаемые с глубины 0,3 м глиной. Тип водного питания – атмосферный. Метеоусловия на объекте представлены в таблице. В осенний период выпадало от 76 (2005) до 131 % (2007) от нормы, зимой – от 56 (2006) до 176 % (2004), весной – от 49 (2003) до 213 % (2008). За вегетационный период наименьшее количество осадков выпало в 2002 г. (39 %), а наибольшее – в 2005 г. (124 %). Поле за период исследований использовалось в зернотравяном севообороте. Через три года эксплуатации (2005) в периферийной зоне верхнего элемента колонки-поглотителя (слой 0-10 см) произошло перемешивание ПГС с пахотным слоем почвы. Площадь перемешивания составила 20% от общей площади верхнего элемента. К маю 2007 г. площадь зоны перемешивания увеличилась до 30%. В центральной части верхнего элемента гранулометрический состав ПГС практически не изменился.

В Глубокском районе на мелиоративном объекте «Озерцы» (участок «Кисаревщина») в октябре 2003 г. была построена колонка-поглотитель КПФ-1. Почвы участка – дерново-подзолистые глееватые легкосуглинистые, подстилаемые с глубины 0,24 м моренным средним суглинком. Тип водного питания – атмосферный. К сентябрю 2005 г. на 30% площади верхнего элемента, в его периферийной части, наблюдалось перемешивание ПГС с пахотным слоем почвы (слой 0-10 см), а к маю 2007 г. эта площадь составила 40%.

В этом же районе в мае–июне 2006 г. на объекте «Зарубино» были построены колонки-поглотители КПФ-1, КПФ-2 и КПФ-3. Почвы участка аналогичны объекту «Озерцы». Тип водного питания – атмосферный. Поле за период исследований использовалось под пашню. К октябрю 2006 г. на 30% площади верхнего элемента по его контуру (слой 0-10 см), а в мае 2007 г. на 35% площади наблюдалось перемешивание ПГС с почвой пахотного слоя.

В Шумилинском районе на мелиоративном объекте «Подмишневы» в мае 2005 г. была построена колонка-поглотитель КПФ-1. Почвы участка – дерново-подзолистые глеевые суглинистые на слоистом песчаном и супесчаном материале, подстилаемые моренными суглинками. Тип водного питания – атмосферный. Поле за период исследований использовалось под пашню и после устройства колонки-поглотителя было засеяно рапсом. На сентябрь 2005 г. по периметру верхнего водоприемного элемента колонки-

поглотителя (слой 0-10 см) произошло перемешивание ПГС с пахотным слоем почвы на площади, составляющей 50 % от общей площади верхнего элемента. При обследованиях в октябре 2006 г. и в мае 2007 г. центральная зона верхнего элемента с ПГС исходного состава занимала 45% общей площади.

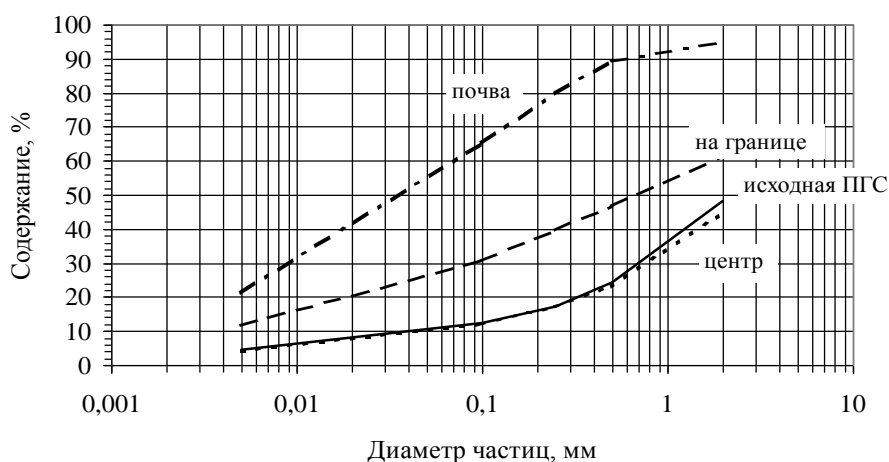
В Сенненском районе на мелиоративном объекте «ВЭХ» в СПК «Богданово» в мае 2005 г. была построена колонка-поглотитель КПФ-2. Почвы участка – дерново-подзолистые, глееватые связносупесчаные, подстилаемые с глубины 0,4 м средними суглинками. Тип водного питания – атмосферный. Поле за период исследований использовалось под пропашные культуры. Метеоусловия на объекте представлены в таблице. В осенний период выпадало от 72 (2005) до 140 % (2007) от нормы, зимой – от 62 (2008) до 155 % (2007), весной – от 80 (2007) до 204 % (2008). За вегетационный период наименьшее количество осадков выпало в 2007 (91 %), а наибольшее – в 2006 гг. (124 %). На сентябрь 2006 г. по периметру верхнего элемента колонки-поглотителя (слой 0-10 см) перемешивание ПГС с пахотным слоем почвы произошло на 30, а в мае 2007 г. – на 45% площади.

Обследования замкнутых понижений с колонками-поглотителями КПФ-1, КПФ-2 и КПФ-3 в разные по обеспеченности осадками годы показали, что в вегетационный период вымочек сельскохозяйственных культур и переувлажнения почвы в замкнутых понижениях не наблюдалось.

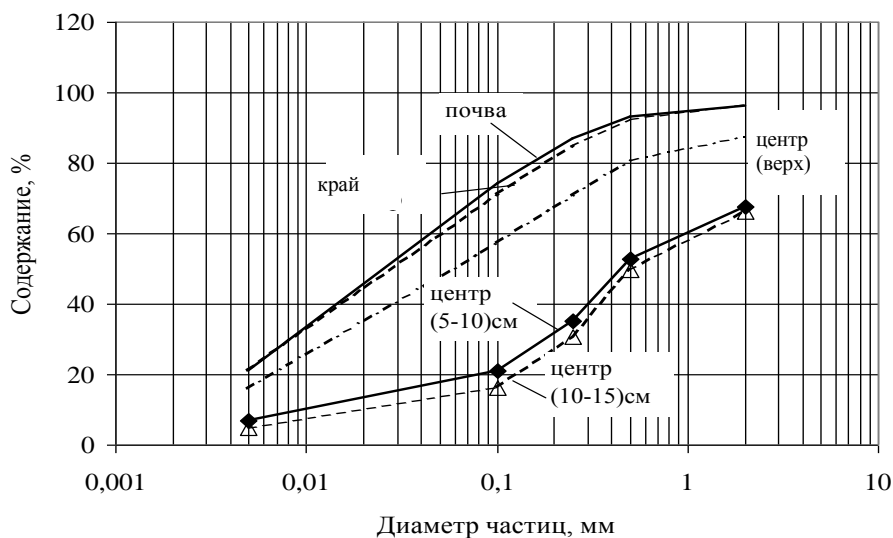
Помимо визуальной оценки состояния верхнего элемента колонок-поглотителей было проведено исследование изменения гранулометрического состава засыпки верхнего элемента и за пределами его контура. Для исследования процессов смешивания пахотного слоя с ПГС поверхность верхнего элемента разбивали на 16 квадратов, а за пределами его контура по периметру – на 20 квадратов. В центре каждого квадрата были отобраны образцы засыпки почвы.

По результатам анализов построены кривые гранулометрического состава отобранных образцов (рис. 1, 2), которые подтверждают, что основное изменение состава засыпки происходит именно по периметру верхнего элемента колонки-поглотителя. Так, на объектах «Подмишнежье» и «Озерцы» на краевых участках состав засыпки приближается к составу пахотного слоя почвы, а в центральной зоне состав ПГС практически не изменился. Коэффициенты фильтрации образцов засыпки были рассчитаны по рекомендациям ВНИИГ им. Веденеева [2]. Оценка состояния верхнего элемента колонки-поглотителя на объекте «Подмишнежье» показала, что коэффициент фильтрации засыпки (смесь ПГС с почвой) в зависимости от плотности сложения составляет от 8 до 20 м/сут, а на объекте «Озерцы» находится в пределах 8-16 м/сут. Приведенные значения  $K_f$  засыпки верхнего элемента колонок-поглотителей через 2-7 лет эксплуатации свидетельствуют об их удовлетворительной работе в разных почвенно-гидрогеологических условиях.

Полученные результаты согласуются с данными полевых обследований состоя-



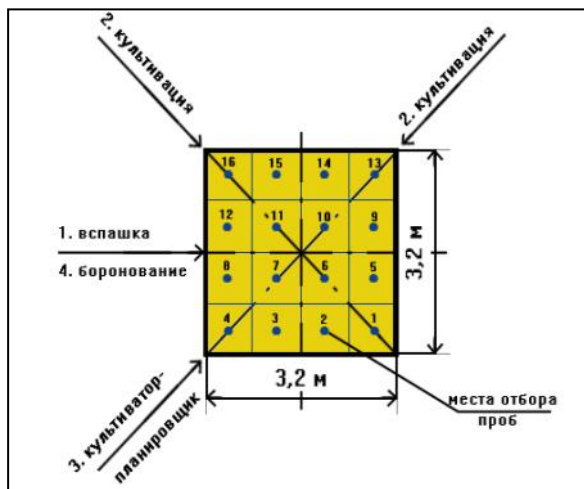
**Рис.1. Гранулометрический состав исходной ПГС, почвы и их смесей в верхнем элементе колонки-поглотителя на объекте «Подмишневы» Шумилинского района**



**Рис.2. Гранулометрический состав исходной ПГС, почвы и их смесей в верхнем элементе колонки-поглотителя на объекте «Озерцы» Глубокского района**

ния осушительного действия колонок-поглотителей за период их работы. В сентябре 2005 г. на дренажной системе № 6 канала Р-2 мелиоративного объекта «ВЭХ» в понижениях были построены колонки-поглотители КПФ-1 с разной площадью водоприемной поверхности верхнего элемента: вариант 1 – 15 м<sup>2</sup> (3,9х3,9 м); вариант 2 – 10 м<sup>2</sup> (3,2х3,2 м); вариант 3 – 5 м<sup>2</sup> (2,2х2,2 м). Оптимальная форма поверхности верхнего элемента, исходя из обработки почвы – круг, но из-за существующих технологических возможностей устройства верхнего элемента конструкции принимаем форму квадрата.

Детальные исследования верхнего элемента после каждого цикла сельскохозяй-



**Рис.3. Схема комплекса сельскохозяйственной обработки почвы на колонке-поглотителе. 1-16 - точки отбора образцов засыпки для определения гранулометрического состава**

ственной обработки почвы показали, что площадь 5 м<sup>2</sup> недостаточна для обеспечения рабочей области фильтрации с требуемыми фильтрационными характеристиками ПГС.

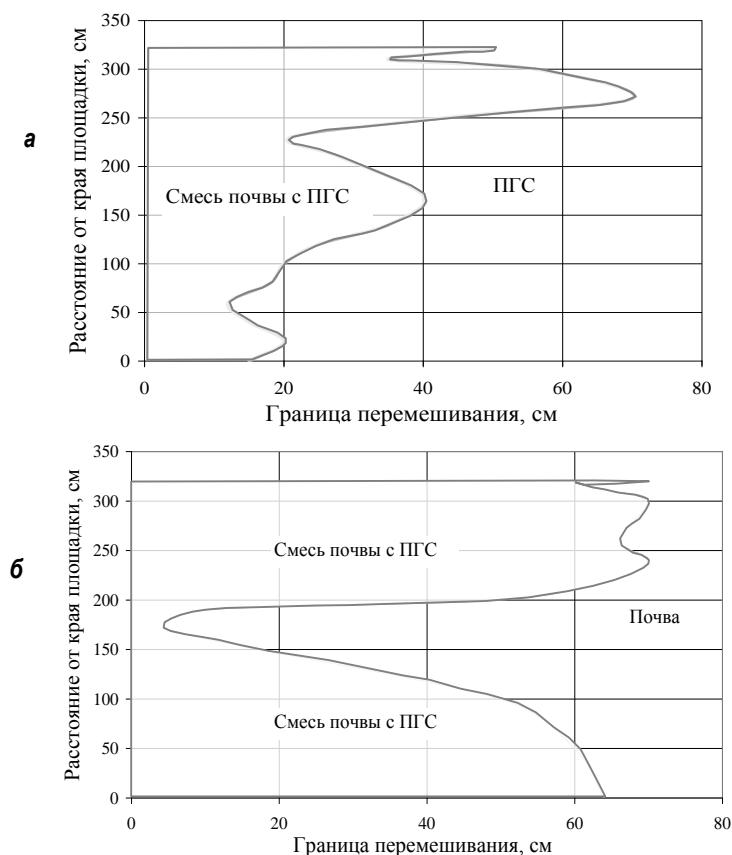
Верхний элемент площадью 15 м<sup>2</sup> обеспечивает со значительным запом

необходимую рабочую область фильтрации, но объем ПГС при этом увеличивается в три раза, что влияет на общую стоимость колонки-поглотителя. При площади верхнего элемента 10 м<sup>2</sup> зона перемешивания при сельскохозяйственных обработках почвы практически не влияет на рабочую область фильтрации. Исходя из этого, площадь верхнего элемента в конструкциях колонок-поглотителей была выбрана 10 м<sup>2</sup>, что является достаточным с точки зрения обеспечения рабочей области фильтрации и экономически более целесообразно.

С целью изучения изменения фильтрационных свойств засыпки верхнего элемента на поле с колонками-поглотителями был последовательно выполнен комплекс сельскохозяйственных работ по обработке почвы со следующими приемами: 1) вспашка плугом ППП 5-40; 2) культивация в 2 следа культиватором КПС-4-2; 3) культивация-планировка культиватором-планировщиком КПЗ-5-8; 4) боронование бороной ЗБС. Схема полевого эксперимента и точки отбора образцов засыпки приведены на рис.3.

Границы верхнего элемента колонки-поглотителя были закреплены на местности реперами таким образом, чтобы можно было беспрепятственно проводить обработку почвы сельскохозяйственными механизмами. После выполнения каждого приема обработки почвы проводилось измерение расстояния от краев верхнего элемента до границы между смесью пахотного слоя с ПГС и ПГС, а именно: перемещение пахотного слоя с поля на ПГС верхнего элемента и вынос ПГС за границы верхнего элемента колонки-поглотителя.

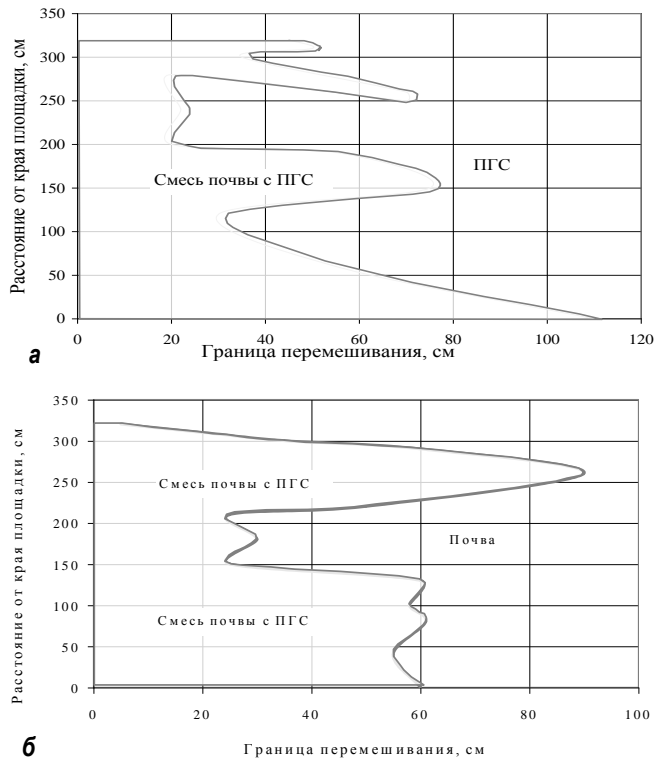
На рис. 4 показана зона перемешивания ПГС с пахотным слоем почвы верхнего элемента после вспашки плугом. Максимальная величина зоны перемешивания после первого приема обработки почвы составила 70 см, минимальная – 12 см. Перемещение ПГС в слое 0-10 см за пределы контура верхнего элемента отмечено в пределах от 5 до 70 см. После прохода плуга и культиватора зона перемешивания в слое 0-10 см достигла 20-110 см, а ПГС была вынесена за пределы контура на 25-90 см (рис.5). После проведения полного комплекса обработки почвы для исследований изменения состава



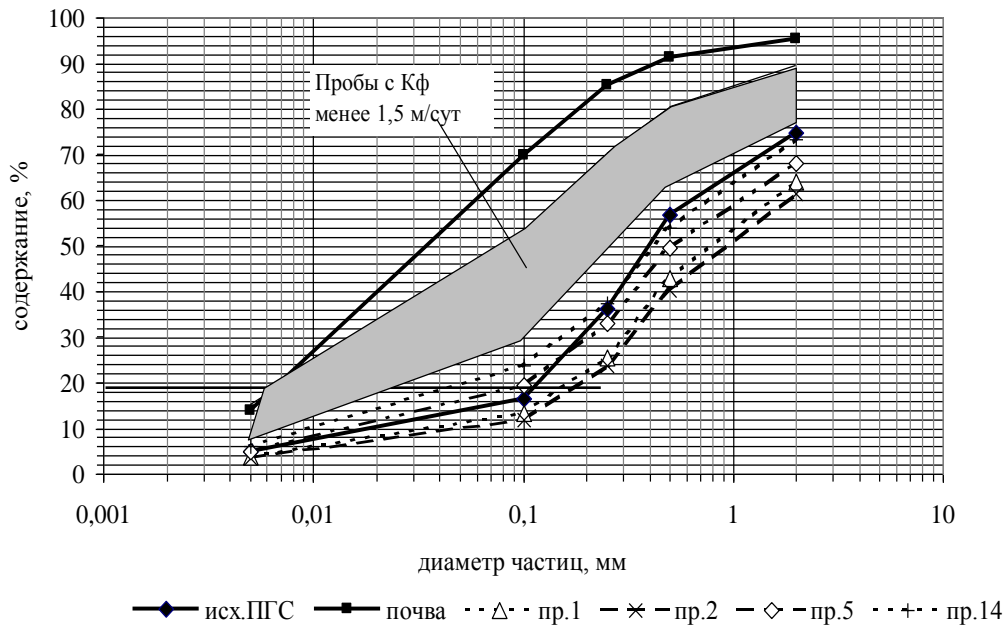
**Рис.4. Зона перемешивания ПГС верхнего элемента с почвой пахотного слоя после вспашки плугом ППП-5-40: а - перемещение почвы на ПГС; б - вынос ПГС за пределы верхнего элемента**

ПГС и оценки фильтрационных характеристик засыпки верхнего элемента его площадь была разделена на 16 квадратов. В центре каждого квадрата для последующего анализа были отобраны образцы почвенно-грунтовых смесей, а также образцы исходной ПГС и почвы пахотного слоя за контуром верхнего элемента. По результатам исследований образцов построены кривые гранулометрических составов (рис.б), по которым можно определить степень перемешивания ПГС с почвой пахотного слоя.

Для установления глубины перемешивания ПГС с пахотным слоем в центре каждого квадрата также были заложены шурфы с отбором образцов по глубине почвы. Анализ разрезов показал, что ниже слоя 0-10 см перемешивание ПГС с пахотным слоем практически отсутствует. Как и на других объектах, где построены колонки-поглотители, основное перемешивание ПГС с почвой пахотного слоя произошло по контуру верхнего элемента, тогда как центральная зона, где расположена рабочая область фильтрации, содержала ПГС практически без примесей почвы пахотного слоя. Водопроницаемость засыпки верхнего элемента в рабочей области фильтрации, определенная по Рекомен-



**Рис. 5. Зона перемешивания ПГС верхнего элемента с почвой пахотного слоя после вспашки плугом ППП 5-40 и культивации в 2 следа культиватором КПС-4-2: а - перемещение почвы на ПГС; б - вынос ПГС за пределы верхнего элемента**



**Рис.6. Гранулометрические составы исходной ПГС, почвы и их смесей в верхнем элементе колонки-поглотителя на мелиоративном объекте «ВЭХ»**



дациям [2], находится в диапазоне от 7 до 13 м/сут. Как показали исследования [3], рабочая область фильтрации составляет в КПФ-1 составляет 17 %, в КПФ-2 – 29, а в КПФ-3 – 40 % от общей площади верхнего элемента.

### **Выводы**

1. Экспериментальные колонки-поглотители, построенные в 2002-2006 гг. на мелиоративных объектах в Шарковщинском, Сенненском, Шумилинском и Глубокском районах Витебской области, находятся в рабочем состоянии и обеспечивают сброс избыточных поверхностных вод.

2. За период исследований (7 лет) фильтрующая засыпка из ПГС в центральной зоне верхнего элемента, где располагается рабочая область фильтрации, принимающая основные (95%) объемы воды из понижения, практически не ухудшила первоначальные фильтрационные характеристики. Перемешивание происходит лишь по контуру верхнего элемента полосой от 10 до 70 см и на глубину около 10 см, что практически не оказывает влияния на работу конструкции.

3. Коэффициенты фильтрации засыпки рабочей области фильтрации верхнего элемента после 7 лет эксплуатации колонок-поглотителей составляют от 7 до 20 м/сут.

4. В понижениях и на прилегающей к ним территории вымочек сельскохозяйственных культур и переувлажнения почвы не наблюдается. Посевы сельскохозяйственных культур находятся в удовлетворительном состоянии.

### **Литература**

1. Макоед, В.М. Совершенствование конструкций колонок-поглотителей для отвода избыточных поверхностных вод из замкнутых понижений /В.М.Макоед, Г.В.Хмелевская // Мелиорация сельскохозяйственных земель в XXI веке: проблемы и перспективы. Докл. Междунар. науч.-практ. конф. – Мн., 2007. – С. 245-247.
2. Рекомендации по проектированию обратных фильтров гидротехнических сооружений. П 92-80/ВНИИГ. – Л., 1981. – 105 с.
3. Макоед, В.М. Методика расчета колонок-поглотителей дренажных систем. / В.М.Макоед, Г.В.Хмелевская. //Вестник Национального университета водного хозяйства и природопользования. Сб. науч. тр., вып. 4(40). Ч. 1. – Ровно, 2007. – С. 297-304.

### **Summary**

#### ***Makoyed V., Khmelevskaya G. Results of Investigation of New Absorbing Columns at the Ameliorative Objects of Belarusian Poozerye***

The investigation of the experimental absorbing columns at the ameliorative objects of the Vitebsk Region has shown no wettings in the depressions. There are no overwetted areas on the territories adjacent to the structures; the crops on such areas are in satisfactory condition. It has been ascertained that the filling of the working area of filtering in the central zone of the top element with sand-gravel mixture has actually no topsoil admixture that is confirmed by the analysis of the granulometric compositions of the samples taken. The basic mixing of the sand-gravel mixture with the topsoil takes place over the contour of the top element to the depth of not more than 10 cm. The obtained results lead to the conclusion on the efficiency and sufficient reliability of the operation of the absorbing columns КПФ-1, КПФ-2 and КПФ-3.

*Поступила 19 июня 2008 г.*