

УДК 502/504:631.62:631.48

**А.Е. КАСЬЯНОВ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СЕТИ НА ПОЙМЕННЫХ ЗЕМЛЯХ**

*Потребность в реконструкции осушительной сети на пойменных землях обусловлена резким ухудшением мелиоративного режима мелиорируемых почв. На торфяных почвах отмечается уменьшение глубины заложения дрен при интенсивной минерализации торфа, отложение окиси железа в дренах и дренажных фильтрах, появление в почвенном профиле водоупорных прослоек. Эти процессы в наибольшей мере проявляются на осушаемых землях овоще-кормовых севооборотов. При насыщении овоще-кормового севооборота овощами более чем на 85% мощность почвенного профиля может терять до 0,4 см в год. Результаты гидромеханических расчетов фильтрации к дренам показывают, что водоупорные прослойки на 40...50% снижают интенсивность дренирования осушаемых земель. Решалась плоская задача фильтрации в комплексной плоскости. Гидромеханические расчеты включали методы отображения точечных источников и стоков, теоремы об окружности, конформные отображения эллипсов на окружности, аналитическое продолжение характеристической функции течения в верхнюю полуплоскость. Интенсивность дренирования снижается по мере приближения водоупорной прослойки к дрене, уменьшения ее проницаемости и увеличения площади перекрытия междренья. На осушаемых землях АО «Дмитровский» глубина заложения дрен уменьшилась до 0,75 м. В почвенном профиле сформировалась плотная водоупорная прослойка толщиной 10...12 мм, сложенная из оболочек – панцирей диаметром 0,6...0,8 мм диатомовых водорослей. Предложена линейная зависимость между мощностями сработанного слоя торфа и прослойки оболочек-панцирей диатомовых водорослей. Перед началом укладки нового дренажа необходимо чизелеванием разрушить водоупорную прослойку на всей площади осушаемого массива.*

*Осушаемые пойменные земли, дренаж, реконструкция, водоупорная прослойка, гидромеханический расчет фильтрации, оболочки-панцири диатомовых водорослей.*

**Введение.** Мелиорированные торфяные пойменные земли в центральной России и, в частности, в Московской области, являются основными поставщиками овощной продукции. Насыщение овоще-кормовых севооборотов овощами более чем на 85%, интенсивные пропашные обработки, вызывают минерализацию и разрушение торфяного слоя. Мощность торфяного слоя может уменьшаться до 0,4 см в год. Уменьшаются глубина заложения дренажа и норма осушения. В почвенном профиле образуются прослойки с низкой водопроницаемостью. Резко ухудшается мелиоративный режим и возникает потребность в реконструкции дренажа. Подобные явления отмечаются на пойменных землях Дмитровского, Раменского, Луховицкого районов Московской области. Аналогичные процессы отмечались и на мелиорируемых торфяниках в зарубежных странах [1].

Нами установлено формирование тонкой прослойки оболочек-панцирей диатомовых водорослей в почвенном профиле мелиорируемых торфяников, подверженных

минерализации и разрушению торфяного слоя. Прослойка характеризуется высокой плотностью и низкой водопроницаемостью. При реконструкции осушительной сети необходимо оценить влияние тонких прослоек с низкой водопроницаемостью на режим работы дренажа и разработать мероприятия по устранению их отрицательного влияния.

**Материалы и методы исследований.** Методами гидромеханики оценивали влияние прослойки с низкой водопроницаемостью на режим работы дренажа. Рассматривалась плоская стационарная фильтрация. В комплексной плоскости течения дрены отображались точечными стоками с обильностью  $q$ , равной удельному дренажному стоку. Точечные стоки располагались в центре дрен радиуса  $r$  на глубине  $t$ , отсчитываемой от подошвы пахотного слоя. Прослойки с низкой водопроницаемостью отображались основанием половины эллипса с полуосями  $a > b$ . Соотношение водопроницаемостей прослойки и осушаемой почвы характеризует коэффициент  $\lambda = (k_1 - k_2)/$

( $\kappa_1 + \kappa_2$ ), где  $\kappa_1, \kappa_2$  – коэффициенты фильтрации соответственно в осушаемой почве и прослойке. Влияние прослоек на интенсивность дренирования количественно оценивали коэффициентом  $\alpha = q/q_0$ , где  $q, q_0$  – удельные дренажные расходы соответственно в однородном почвенном профиле и в профиле с прослойками. В решении применяли методы отображения точечных источников и стоков, теоремы об окружности, конформные отображения эллипсов на окружности, аналитическое продолжение характеристической функции течения в верхнюю полуплоскость [2].

Для расчета  $\alpha$  получена формула [3]:

$$\alpha = \left( 1 + \left( \operatorname{Ln} \frac{2t}{r} \right)^{-1} \cdot A \right)^{-1},$$

$$\gamma_1 = \left( \bar{t} + \sqrt{\bar{t}^2 + 1} \right) \cdot \left( \bar{t} - \bar{r} + \sqrt{(\bar{t} - \bar{r})^2 + 1} \right)$$

$$R^2 = (a - b)/(a + b).$$

$$\bar{t} = t/c; \bar{r} = r/c; c^2 = a^2 - b^2.$$

Для размеров элементов области фильтрации дренажа бесконечный ряд в выражении  $A$  быстро сходится.

На рисунке приведены графики зависимости коэффициента расхода  $\alpha$  от параметров прослойки  $a, b$ , соотношения ее проницаемости и осушаемой почвы  $\lambda$ , ширины зоны однородного почвенного профиля  $b_1$  для  $r = 0,025$  м и  $l = 15$  м. Результаты проверки аналитического решения на установке ЭГДА 9/60, были выполнены в Московском государственном университете леса и отмечены кружочками. Использовали три типа электропроводной бумаги с удельными сопротивлениями: 317, 4188, 549 ом/м<sup>2</sup>. Соотношение проницаемостей осушаемого грунта и прослойки  $\lambda$ : 0,268, 0,859, 1,00. Параметр на модели  $\lambda = (R_{\text{вкл}} - R_2)/(R_{\text{вкл}} - R_1)$ .

Предельные размеры области фильтрации до 120 см. Масштаб 1:20. При моделировании систематического дренажа размер модели по горизонтали устанавливали в соответствии с междренним расстоянием. Вертикальный размер оставался постоянным. Моделирование включало два этапа. На первом этапе проводили измерения без локального включения, что соответствовало дренажу в однородном грунте. На втором этапе на этом же листе модели клеивали локальные модели включений и проводили измерения.

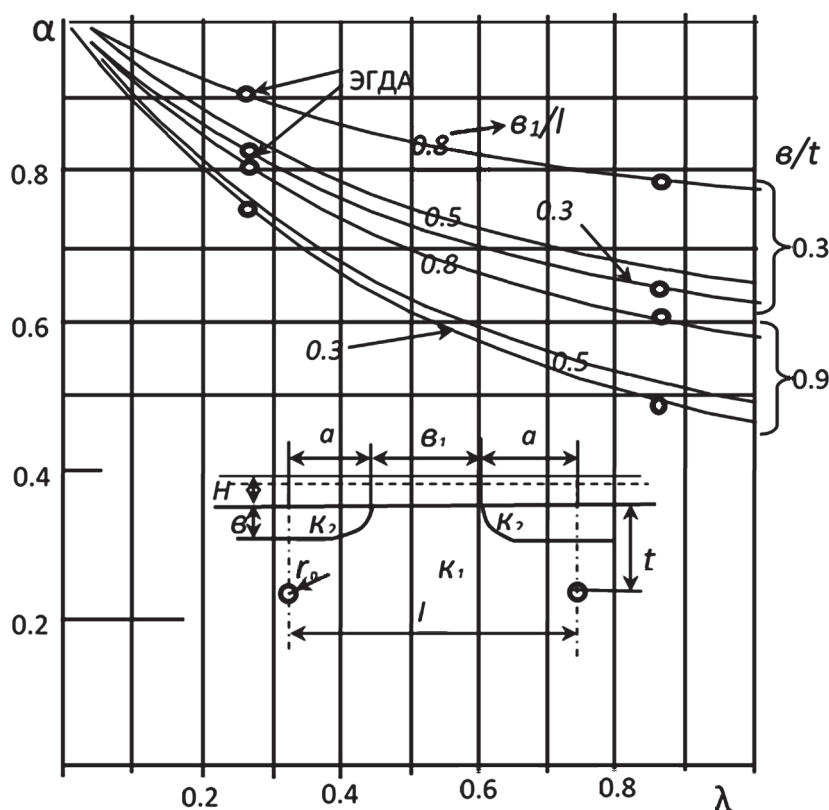


Рис. Зависимость коэффициента расхода  $\alpha$  от параметров прослойки  $a, b$ , соотношения ее проницаемости и осушаемой почвы  $\lambda$ , ширины зоны однородного почвенного профиля  $b_1$  для  $r = 0.025$  м и  $l = 15$  м.

На осушаемых землях, отводимых под реконструкцию дренажа, АО «Дмитровский» Яхромской поймы фиксировали глубину заложения дрен, степень заиления дрен и дренажных фильтров. В почвенных разрезах на междреньях фиксировали строение почвенного профиля, наличие прослоек. Объемную массу и коэффициент фильтрации образцов почвенных горизонтов определяли стандартными методами [4].

Сопоставление актуальных и проектных глубин заложения дрен, толщины слоя с низкой водопроницаемостью оболочек-панцирей диатомовых водорослей позволило установить зависимость между измеренными величинами.

#### Результаты исследований.

Прослойки с низкой водопроницаемостью оказывают существенное влияние на интенсивность дренирования. Сокращение расстояния прослойки от дрены в три раза при  $\lambda = 0,8$  снижают коэффициент расхода  $\alpha$  с 0,7 до 0,55. Наиболее существенное влияние на интенсивность дренирования оказывает соотношение проницаемостей прослойки и осушаемого грунта. Увеличение  $\lambda$  с 0,2 до 0,8 снижает коэффициент расхода  $\alpha$  с 0,85 до 0,65. Сокращение относительной ширины зоны однородного почвенного профиля, характеризуемого величиной  $b_1/l$ , с 0,8 до 0,3 при  $\lambda = 0,8$  и  $b/t = 0,3$  снижает величину коэффициента  $\alpha$  с 0,8 до 0,65.

Коэффициенты фильтрации торфяного слоя и прослойки оболочек диатомовых водорослей изменялись соответственно в пределах 0,55...0,61 и 0,04... 0,05 м/сут, что соответствует изменению коэффициента  $\lambda$  в пределах 0,85...0,86. Объемная масса торфяного слоя изменялась в пределах 0,72...0,83 г/см<sup>3</sup>. Объемная масса прослойки оболочек-панцирей диатомовых водорослей была выше и изменялась в пределах 1,35...1,4 г/см<sup>3</sup>.

Глубина заложения дрен на участке реконструкции дренажа составляла 0,7...0,8 м. Мощность прослойки оболочек-панцирей диатомовых водорослей изменялась в пределах 10...12 мм, диаметр оболочек диатомовых водорослей – в пределах 0,6...0,8 мм. Прослойка находилась на глубине 22...24 см от поверхности поля. Прослойка занимала до 30...40% ширины междренья. Проектная глубина заложения дрен составляла 1,1 м. Срок эксплуатации дренажа – 25 лет. Зависимость между величиной сработки торфа и мощностью прослойки оболочек-панцирей

диатомовых водорослей можно записать в виде [5]:  $H_c = \gamma \cdot h$ , где  $H_c$ ,  $h$  – мощности соответственно сработанного слоя торфа и прослойки оболочек-панцирей диатомовых водорослей, см;  $\gamma$  – коэффициент.

Значения коэффициента  $\gamma = (H_2 - H_1) / (h_2 - h_1)$ , где  $H_2$ ,  $H_1$  – мощности сработанного слоя торфа и  $h_2$ ,  $h_1$  – мощности уплотненного слоя оболочек-панцирей диатомовых водорослей, соответственно в конце и начале периода наблюдения, см. Период наблюдения принимают не менее 10 лет. Для условий изучаемого участка, отводимого под реконструкцию, величина  $\gamma = (110-75)/1,1 = 31,8$ . По мощности прослойки оболочек-панцирей диатомовых водорослей и коэффициенту  $\gamma$  можно определить мощность сработанного слоя почвы на участках аналогах объекта исследований.

При обследовании массивов осушения, предназначенных под реконструкцию, необходимо выявлять наличие прослоек с низкой водопроницаемостью оболочек-панцирей диатомовых водорослей. Перед укладкой нового дренажа целесообразно сплошным чизелеванием на всей мелиорируемой площади разрушить прослойки оболочек-панцирей диатомовых водорослей. Агротехника после реконструкции осушительной сети должна включать мероприятия по снижению интенсивности минерализации и разрушению торфяного слоя.

#### Выводы

Торфяные мелиорированные почвы в интенсивных овоще-кормовых севооборотах подвержены минерализации и разрушению. В профиле мелиорируемых торфяных почв выявлены прослойки оболочек-панцирей диатомовых водорослей мощностью 10...12 мм. Объемная масса прослойки 1,35...1,4 г/см<sup>3</sup>, коэффициент фильтрации 0,04... 0,05 м/сут, перекрытие прослойками ширины междреней 30...40%.

Методами гидромеханики получена аналитическая зависимость влияния прослоек с низкой водопроницаемостью на интенсивность работы дренажа. Сокращение расстояния прослойки от дрены в три раза при  $\lambda = 0,8$  снижают коэффициент расхода  $\alpha$  с 0,7 до 0,55. Наиболее существенное влияние на интенсивность дренирования оказывает соотношение проницаемостей прослойки и осушаемого грунта. Увеличение  $\lambda$  с 0,2 до 0,8 снижает коэффициент расхода  $\alpha$  с 0,85 до 0,65.

Предложена линейная зависимость мощностей сработанного слоя торфа и прослойки оболочек-панцирей диатомовых водорослей.

Обследование массива осушения, предназначенного под реконструкцию, должно включать выявление наличие прослоек с низкой водопроницаемостью оболочек-панцирей диатомовых водорослей. Перед укладкой нового дренажа целесообразно сплошным чизелеванием на всей мелиорируемой площади разрушить прослойки оболочек-панцирей диатомовых водорослей.

#### Библиографический список

1. Environmental Management in Practice: Vol 3: Managing the Ecosystem/editors: Paul Compton, Dimitri Devuyt, Luc Hens. – London: Routledge, 1999. – 324 p.
2. Полубаринова-Кочина П.Я. Теория фильтрации грунтовых вод. – М.: Наука, 1977. – 664 с.
3. Касьянов А.Е. Природоохранные технологии осушительных мелиораций: Моно-

графия. – М.: ФГБОУ ВПО МГУП. 2012. – 196 с.

4. Водюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

5. Пат. 2513837 Российская Федерация, МПК E02B11/00, A01B79/02 (2006.01). Способ установления величины изменения мощности слоя торфа на мелиорируемых землях / А.Е. Касьянов; заявитель и патентообладатель (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева). – № 2013109842/15; заявл. 06.03.2013; опубл. 20.04.2014. – Бюл. № 11. – 4 с.

Материал поступил в редакцию 16.01.2019 г.

#### Сведения об авторе

**Касьянов Александр Евгеньевич**, доктор технических наук, профессор кафедры мелиорации и рекультивации земель ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА; 127550, г. Москва, ул. Б. Академическая, д. 44; e-mail: kasian64@mail.ru

#### A.E. KASYANOV

Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian university-MSHA named after C.A. Timiryazev», Moscow, Russian Federation

## RECONSTRUCTION OF THE DRAINAGE NETWORK ON FLOOD LANDS

*The need for the reconstruction of the drainage network on floodplain lands is caused by a sharp deterioration of the reclamation regime of reclaimed soils. On peat soils there is a decrease in the depth of drains during intensive peat mineralization, the deposition of iron oxide in drains and drainage filters, and the appearance of water-proof layers in the soil profile. These processes become most evident on the drained lands of vegetable-fodder crop rotations. With the saturation of vegetable-fodder crop rotation with vegetables over 85%, the thickness of the soil profile can lose up to 0.4 cm per year. The results of hydro mechanical calculations of filtration to drains show that watertight layers reduce the intensity of drainage of drained lands by 40-50%. A flat filtering problem was solved in the complex plane. Hydro mechanical calculations included methods for mapping point sources and sinks, theorems on a circle, conformal transformations, and analytic continuation of the characteristic flow function in the upper half-plane. The intensity of drainage decreases as the impermeable layer approaches the drain and the overlap area increases. On drained lands of AO "Dmitrovsky", the depth of drains decreased to 0.75 m. In the soil profile a dense water-resistant layer of 10...12 mm thickness formed of shells with a diameter of 0.6-0.8 mm of diatoms was formed. Before starting laying a new drainage it is necessary to destroy the impermeable layer by chiseling.*

*Drained floodplain lands, drainage, reconstruction, watertight layer, hydromechanical calculation of filtration, algae diatoms shells.*

#### Referecnes

1. Environmental Management in Practice: Vol 3: Managing the Ecosystem/editors: Paul Compton, Dimitri Devuyt, Luc Hens. – London: Routledge, 1999. – 324 p.

2. Polubarinova-Kochina P.Ya. Teoriya filtratsii gruntovyh vod. – М.: Nauka, 1977. – 664 с.

3. Касьянов А.Е. Природоохранные технологии осушительных мелиораций: Монография. – М.: ФГБОУ ВПО МГУП. 2012. – 196 с.



4. Vodyunina A.F., Korchagina Z.A. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Agropromizdat, 1986. – 416 с.

5. Пат. 2513837 Российская Федерация. МПК E02V 11/00, A01V 79/02 (2006.01). Способ установления величин изменения мочности слоя торфа на мелиорируемых землях / А.Е. Касьянов; заявитель и патентообладатель (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени С.А. Тимирязева). – № 2013109842/15; заявл. 06.03.2013; опубл. 20.04.2014. – Выул. № 11. – 4 с.

The material was received at the editorial office  
16.01.2019 g.

#### Information about the author

**Kasyanov Alexander Evgenjevich**, doctor of technical sciences, professor of the chair of land reclamation and recultivation FSBEI HE RGAU-MSHA, Moscow, ul. B. Academicheskaya, d. 44; e-mail: kasian64@mail.ru

УДК 502/504:631.434: 631.87

#### Н.П. КАРПЕНКО

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация

#### Д.К. ЕГЕМБЕРДИЕВ, А.С. СЕЙТКАЗИЕВ, Х.И. ТУРСУНБАЕВ

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

## ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОМЕЛИОРАНТА НА ОСНОВЕ ФОСФОГИПСА

*Предложена технология и исследован способ гипсования деградированных почв Жамбылской области для повышения их плодородия. Технология основана на применении нового биомелиоранта, содержащего фосфогипс, который является источником гипса и имеет стандарт СТ РК 2208-2012. Совместно с биомелиорантом в почву вносится навоз крупного рогатого скота с добавлением измельченной верблюжьей колючки. Данный способ позволяет снизить потери азота и органического вещества, по расчетам, до 40%, обеспечивает за короткий срок возможность получения высокоэффективного удобрения, улучшающего физико-химические и биологические свойства почвы, что способствует повышению урожая сельскохозяйственных культур. Предложенный способ увеличивает содержание устойчивых биологических ценных микроагрегатов или гумуса на 59,0...82,2%, повышает их водоустойчивость, улучшает влагоемкость и структуру почвы, способствует поддержанию влаги, повышает пористость на 20%, улучшает в целом водно-воздушные условия развития корневой системы сельскохозяйственных культур. Установлено, что внесение биомелиоранта в количестве 500 кг на гектар в твердом или жидком виде способствует повышению количества питательного органического вещества, увеличивает биологическую активность почвы, что в конечном итоге способствует увеличению урожайности сельскохозяйственных культур.*

*Деградированные почвы, биомелиорант, фосфогипс, навоз, урожайность, гумус.*

**Введение.** Для обеспечения продовольственной безопасности и увеличения объема сельскохозяйственной продукции, производимой в республике Казахстан, необходимо не только рационально использовать земельные ресурсы, но и восстанавливать деградированные и малопродуктивные земли. В республике более 60% от общей территории земель (более 180 млн га) имеют крайне неудовлетворительное эколого-мелиоративное состояние. На этих землях

активно проявляются деградационные процессы. Деградация земель сопровождается не только интенсивным засолением почв, которое приводит к увеличению территории солончаковых пустынных районов и засолению орошаемых земель, но и к таким процессам, как осолонцевание, потеря гумуса, снижение запасов питательных веществ и т.д. Такая кризисная экологическая ситуация в республике требует разработки инновационных технологий и новых технических