



О.А. Анциферова

**ЖЕЛЕЗИСТЫЕ ОКИСЛЕННЫЕ ГОРИЗОНТЫ  
В ОСУШЕННЫХ ПОЧВАХ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Изучены морфология, состав и условия формирования разных групп железистых горизонтальных новообразований в осушенных почвах агроландшафтов: окисленные охристые горизонты, твердые прослои (корочки), ортзанд. В новообразованиях аккумулируются Fe, P, As, Ni.*

110

*This article focuses on the morphology, content and formation conditions of different groups of iron horizontal neoformations in drained soils of agrolandscapes, namely, oxidized ochric horizons, hard layers (crusts), and ortsand. Fe, P, As, Ni are accumulated in neoformations.*

**Ключевые слова:** окисленные горизонты, железистые корочки, ортзанд, осушенные почвы, коэффициент накопления.

**Key words:** oxidized horizons, hard crusts, ortsand, drained soils, accumulation index.

**Введение**

Около 92 % земель Калининградской области осушается разными способами [1]. После проведения мелиорации в почвах понижается уровень грунтовых вод [2]. В профиле почв формируется окислительный геохимический барьер, на котором происходит выпадение преимущественно гидратированных окислов железа из вод и почвенных растворов. Переход  $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$  сопровождается появлением обильных охристых, ржавых, красных пятен, аморфных скоплений гидроокиси железа, прослоек на месте бывших оглеенных горизонтов. Значение изучения горизонтальных окисленных железистых образований (горизонтов, корочек) в осушенных почвах области состоит в: 1) установлении региональных условий образования; 2) исследовании и прогнозировании степени опасности заохривания дренажа; 3) выяснении геохимического значения как концентраторов ряда тяжелых металлов и токсичных элементов.

**Объекты и методы**

Исследования проводились в западной части Калининградской области в пределах холмисто-моренных и водно-ледниковых равнин. Для диагностики почв закладывались полнопрофильные разрезы на участках осушительной мелиорации, проведенной в 60–80-х гг. XX в. В почвенных образцах определялись: гранулометрический состав (по Качинскому), физико-химические свойства (рН потенциометрически, гидролитическая кислотность по Каппену, обмен-



ные катионы кальция и магния трилонометрическим методом [3; 4]), валовый химический состав (рентгенфлуоресцентным методом [5]). В пробах грунтовых вод определялось содержание окисных и закисных форм железа [3].

### Результаты и обсуждение

Материал многолетних исследований (1999–2012 гг.) показывает, что в осушенных почвах области встречаются: 1) несцементированные или слабосцементированные окисленные горизонты ярко-охристого или оранжевого цветов; 2) твердые железистые корочки; 3) ортзанд. Все эти образования наиболее типичны для почв на песчаных и супесчаных породах. Редко встречаются случаи формирования окисленных сильножелезистых горизонтов в почвах на неоднородных породах. Рассмотрим условия формирования и состав горизонтальных железистых новообразований на типичных примерах.

*Разрез 155.* Дерново-подзолистая осушенная окультуренная глеевая легкосуглинистая на неоднородных водно-ледниковых отложениях. Реконструкция осушительной сети проведена 1977–1980 гг. В профиле почвы помимо окислительного существует кислотно-щелочной (кислая верхняя часть и карбонатные горизонты подстилающей породы) и механические геохимические барьеры (на границах горизонтов разного состава – см. табл.). Это усилило накопление гидроокиси железа при опускании грунтовых вод после осушения. Почва является примером интенсивного ожелезнения. Обычно в суглинистых горизонтах после осушения возникают пятнистые скопления аморфной гидроокиси железа.

#### Гранулометрический состав почвы на неоднородных отложениях

Горизонт и глубина, см	Содержание фракций в мм, %	
	Ил, < 0,001	Физическая глина, < 0,01
A <sub>1</sub> 0–23	8,8	20,8
A <sub>2</sub> 23–29	3,5	4,7
B <sub>g</sub> 29–39	34,1	58,7
B <sub>fe</sub> 39–62	26,0	37,2
Go 61–103	28,2	37,2
Gr ca 103–120	8,0	20,3
Gr ca 120–140	2,0	3,8

В песчаных почвах концентрация железа в окисленных горизонтах сильно варьирует – от 1,6 до 11 %. Это связано с содержанием железа в грунтовых водах или верховодке, а также с геохимическими особенностями конкретного ландшафта. При содержании железа 0,7–5 мг/л в воде на границе капиллярной каймы образуются ожелезненные, но несцементированные горизонты ярко-охристого цвета. Примером слу-



жит почва *разреза 191* — окультуренная дерново-подзолистая песчаная на древнеаллювиальной равнине. Реконструкция осушительной сети проведена в конце 1960-х гг.

В почвах с глубоким подстилением тяжелыми породами верховодка, движущаяся в кислых оглеенных горизонтах, насыщается  $\text{Fe}^{2+}$  (около 5–7 мг/л). При выходе в зоны аэрации в песчано-супесчаных горизонтах наблюдается формирование окисленных несцементированных или слабосцементированных горизонтов яркого оранжевого и охристого цветов. Пример таких условий — почва *разреза 161* (окультуренная дерново-подзолистая супесчаная), где накопление окисного железа достигает 11 %. Реконструкция осушительной сети проведена в 1977–1980 гг. Окисленный горизонт сформировался за 25–30 лет.

В некоторых почвах при опускании после осушения кислых ожелезненных вод образовались твердые хрупкие железистые корочки. Типичный пример — почва *разреза 88* (дерново-сильноподзолистая песчаная). Под корочкой вскрывается ожелезненный окисленный горизонт. Возраст этих образований — около 20 лет. Осушительная сеть с пластмассовым дренажем заложена в начале 80-х гг. XX в. Контакт слоев разного гранулометрического состава также может привести к образованию железистых твердых корочек в осушенных почвах. В почве *разреза 109* (бурозем глееватый) корочка образовалась одновременно на окислительном и механическом (граница суглинка и подстиляющего песка) барьерах.

Установлено, что в ожелезненных окисленных горизонтах и корочках аккумулируются Fe, P, As, Ni (коэффициенты накопления Кн 2 и более). Не накапливаются Si, K, Ti, Pb, Zr, Sr.

Еще одной разновидностью горизонтальных железистых новообразований является ортзанд — гидрогенное цементационное образование, возникающее в зонах аэрации песчаных и супесчаных почв при близком залегании слабожелезненных (до 10–12 мг/л) грунтовых вод [6]. Ортзанды обнаружены в: 1) дерново- и перегнойно-подзолистых глеевых, перегнойно-глеевых, перегнойно-торфянисто-глеевых почвах на песчаных и супесчаных отложениях; 2) дерново-подзолистых глеевых и перегнойно-глеевых почвах на неоднородных отложениях. В первом случае ортзандовые горизонты содержат от 1,5 до 5 % валового железа, характеризуются высокой твердостью (до слитого состояния), слоистым сложением, располагаются непосредственно на глеевом горизонте или глееватой песчаной прослойке, переходящей в редуцированный глей. Во втором случае ортзанд приурочен к супесчаному или песчаному горизонту, который сменяется глеевой суглинисто-глинистой прослойкой разной мощности, глубже переходящей в песок или супесь. При этом содержание железа в ортзанде и подстиляющей тяжелой породе примерно равно (3–4 %). Иногда тяжелая порода содержит больше валового железа, чем ортзанд. Такие почвы имеют смешанное поверхностное и грунтовое увлажнение и заболочены. В отличие от рассмотренных выше окисленных охристых горизонтов и корочек, образование ортзанда может не иметь прямой связи с осушением.



Известно, что максимум содержания закисного железа в грунтовой воде приурочен к весеннему периоду, когда наблюдается температурный оптимум для железобактерий [2]. Наши исследования подтверждают это положение. Именно в весенний период происходит наиболее интенсивное отложение гидроокиси железа на кайме глеевых кислых вод при поднятии их в зону аэрации. Ярким примером процессов, происходящих в осушенных почвах на окислительном барьере, можно назвать *разрез 209*, заложенный в апреле на Полесской равнине в пределах песчаного массива. Почва: окультуренная дерново-сильнопodzolistая гумусово-железистая глубокоглееватая песчаная. Грунтовые воды — на глубине 182 см. Реконструкция осушительной сети проведена в 1970-х гг. При вскрытии первоначально прозрачные и бесцветные грунтовые воды (рН воды 6,6) начали приобретать ярко-желтую окраску. Через несколько часов в отобранном образце воды выпал осадок охры, соответствующий 0,4 г/л  $Fe_2O_3$ . Следовательно, на данном участке высока опасность заохривания закрытого дренажа и образования охристых пробок в его выходных отверстиях.

В результате осушительной мелиорации в оглеенных почвах на кайме ожелезненных грунтовых вод происходит формирование окисленных охристых горизонтов и железистых прослоев (корочек). Необходимо проводить мониторинг содержания  $Fe^{2+}$  в грунтовых водах в весенний период для установления степени опасности заохривания дренажа.

#### Список литературы

1. Доклад о состоянии и использовании земель Калининградской области за 2010 г. Калининград, 2011.
2. Зайдельман Ф. Р. Мелиорация почв. М., 2003.
3. Зайдельман Ф. Р. Методы эколого-мелиоративных изысканий и исследований почв. М., 2008.
4. Воробьева Л. А. Химический анализ почв. М., 1998.
5. Рентгенфлуоресцентный энергодисперсионный метод анализа почв и растений : бюллетень Почвенного ин-та им. В. В. Докучаева. М., 1980. Вып. 23.
6. Зайдельман Ф. Р., Никифорова. А. С. Генезис и диагностическое значение новообразований почв лесной и лесостепной зон. М., 2001.

#### Об авторе

Ольга Алексеевна Анциферова — канд. сельскохозяйств. наук, доц., Калининградский государственный технический университет.

E-mail: anciferova@inbox.ru

#### About author

Dr Olga Antsiferova, Associate Professor, Kaliningrad State Technical University.

E-mail: anciferova@inbox.ru