



МЕЛИОРАЦИЯ ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Сборник научных работ
Том XLVIII

2001

АКАДЕМИЯ АГРАРНЫХ НАУК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕЛИОРАЦИИ И ЛУГОВОДСТВА

МЕЛИОРАЦИЯ ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Сборник научных работ
Том XLVIII



Минск 2001

Сборник посвящен 90-летию мелиоративной науки Беларуси и 70-летию создания Белорусского научно-исследовательского института мелиорации и луговодства.

Изложены обобщенные и систематизированные результаты исследований по проблемам регулирования водного режима заболоченных и переувлажненных почв, повышения эффективности сельскохозяйственного использования мелиорированных земель, создания зональных систем мелиоративного земледелия и луговодства. Рассмотрены экологические аспекты сохранения осушенных почв и их мониторинга.

Рецензенты:

доктор биологических наук, профессор *Т.А. Романова*
доктор технических наук, профессор *Э.И. Михневич*

Редакционная коллегия:

А.П. Лихацевич (ответственный редактор)
Н.К. Вайоняк; А.С. Мееровский, Ф.В. Саплярков, П.К. Черник

*А.В. Копытовских***МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВЕННОГО
ПРОФИЛЯ ПРИ РАЗУПЛОТНЕНИИ ПАХОТНОГО И
ПОДПАХОТНОГО ГОРИЗОНТОВ ПОЧВЫ НА МИНЕРАЛЬНЫХ
МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЛЯХ**

Физические свойства почвы оказывают определяющее влияние на процессы почвообразования. Одной из основных причин, ограничивающих рост и урожайность сельскохозяйственных культур, является избыточная объемная масса почвы, которая может быть связана с ее генетическими особенностями, механическим составом и структурой. Увеличение плотности сложения почвы происходит также под воздействием природных и антропогенных факторов: осадков, периодического переувлажнения, процессов водной эрозии, сил гравитации, ходовых систем тракторов, комбайнов, почвообрабатывающих машин. В результате эффективность использования растениями корнеобитаемого слоя существенно снижается.

Объемная масса является одним из наиболее важных показателей состояния почвы, характеризующих ее плодородие. Значение ее многообразно, но особенно велико для регулирования водно-воздушного режима. С объемной массой связан тепловой режим почвы, условия жизнедеятельности почвенной микрофлоры, накопление в доступной для растений форме элементов питания [1].

Наиболее эффективными способами улучшения водно-физических свойств почвы наряду с увеличением мощности пахотного слоя, применением структурообразователей, внесением извести, органических и минеральных удобрений являются агро-мелиоративные мероприятия по разуплотнению пахотного и подпахотного горизонтов почвы с избыточной объемной массой.

Наиболее благоприятные условия для роста и развития растений складываются при оптимальных значениях объемной массы, которая, например, для картофеля составляет 1.0-1.2 [2] и кукурузы 1.1-1.4 г/см³ [3]. Изменение объемной массы выше или ниже оптимальных значений сопровождается отклонением от оптимума всего комплекса водно-физических и агрохимических свойств почвы, таких, как влажность, пористость, аэрация, микробиологическая активность и др.

Для выполнения мероприятий по разуплотнению почвы широко используются рыхлители, рыхлители-щелеватели, плуги для безотвальной обработки и культиваторы, преимущественно чизельного типа. Наиболее распространенными моделями оборудования, применяемого в республике для разуплотнения пахотного и подпахотного горизонтов почвы, являются конструкции РЩ-3.5 [4], ПЧ-2.5, ПЧ-4.5 [5], РЩ-0.80 [6], РОН-80 [7], РУ-45а [8], КЧ-5.1 [4] и др. с пассивными рабочими органами. Однако, несмотря на экспериментальную доказанность эффективности приемов по разуплотнению пахотного и подпахотного горизонтов почвы, комплексная методика формирования оптимальных параметров почвенного профиля при использовании этих мероприятий до настоящего времени отсутствовала.

Белорусским НИИ мелиорации и луговодства с 1992 г. ведутся комплексные исследования по структурной мелиорации минеральных земель, в том числе по формированию оптимальных показателей физики почвы при ее разуплотнении. В результате получена комплексная методика формирования оптимальной объемной массы связанных почв на минеральных мелиорированных землях. Коэффициенты корреляции уравнений полученной математической модели составляют 0.96-0.98.

При использовании указанного класса рыхлителей для разуплотнения пахотного и подпахотного горизонтов почвы и создания оптимальных параметров почвенного профиля под выращиваемую культуру получаемая при обработке средняя объемная масса почвы в первый год действия приема в пахотном слое 0-30 см рассчитывается по формуле

$$a = \frac{k_m k_c a_p^{0.41} L^{0.10}}{H^{0.09}}, \quad (1)$$

где a - средняя за период вегетации расчетная объемная масса, получаемая в результате обработки (разуплотнения), г/см³;

a_p - средняя объемная масса до обработки, г/см³;

L - расстояние между проходами стоек рабочего органа рыхлителя, м;

H - глубина обработки, м, зависящая от водопроницаемости подпахотного слоя и принимаемая для средне- и водопроницаемых почв с коэффициентами фильтрации более 0.005 м/с, т до 0.4 м; почв с низкой водопроницаемостью при коэффициентах фильтрации 0.001-0.005 м/сут - 0.4-0.6 м и почв с очень низкой водопроницаемостью с коэффициентами фильтрации < 0.001 м/сут - более 0.6 м; но выше отметки залегания горизонтального дренажа на 0,2 м;

k_m - коэффициент, учитывающий особенности конструкции рабочего органа рыхлителей. Для моделей РЩ-3.5, РЩ-0.80, РОН-80, РУ-45а $k_m = 1.00$. Для ПЧ-2.5, ПЧ-4.5, УПК-7-45 $k_m = 1.08$, для КЧ-5.1 $k_m = 0.93$, для других конструкций значение коэффициента устанавливается опытным путем, а при отсутствии данных в первом приближении может приниматься равным 1;

k_c - коэффициент, учитывающий климатические условия и определяемый по зависимости (2), в приближенных вычислениях для лет средней тепло- и влагообеспеченности может приниматься равным 1.

$$k_c = \left(\prod_{i=1}^T k_{m,i} k_{c,i} \right)^{1.2 - 0.2T} \quad (2)$$

где $k_{m,i}$ и $k_{c,i}$ - соответственно, коэффициенты, учитывающие климатические условия зимнего морозного периода и периода вегетации i -го года; T - год от начала обработки, $T = 1, 2, 3, 4 \dots$ лет.

$$k_{m,i} = 0.97 + 0.001 \Sigma_{T>0} \quad (3)$$

$$k_{c,i} = 1.17 - 0.28 \Gamma TK + 0.14 \Gamma TK^2 - 0.02 \Gamma TK^3, \quad (4)$$

где $\Sigma_{T>0}$ - сумма положительных температур за морозный период (декабрь-февраль);

ΓTK - гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова [9] за период вегетации (апрель-сентябрь), определяемый из соотношения:

$$\Gamma TK = \frac{\sum O_{T>10}}{0.1 \sum T_{T>10}}, \quad (5)$$

где O - суточные исправленные осадки при температурах более 10°C за период вегетации; T - среднесуточные температуры воздуха более 10°C .

При заданной глубине обработки и известной оптимальной объемной массе требуемое расстояние между проходами рабочих органов рыхлителя определяется из соотношения

$$L = \left(\frac{a}{k_m k_c} \right)^{10} \frac{H^{0.9}}{a_p^{4.1}}. \quad (6)$$

При фиксированном расстоянии между проходами стоек рыхлителя требуемая глубина обработки определяется зависимостью:

$$H = \left(\frac{k_m k_c}{a} \right)^{11.1} a_p^{4.56} L^{1.11} \quad (7)$$

Наибольшая степень разуплотнения почвы достигается в месте прохода рабочего органа рыхлителя. Получаемая при этом объемная масса почвы рассчитывается по формуле:

$$a_{\max} = 0.72 k_m k_c a_p^{0.80} H^{-0.08} \quad (8)$$

Изменение во времени (по годам) средней за вегетационный период объемной массы после проведения рыхления описывается кривыми логистического типа и может быть рассчитано при использовании модели АРКТАН [10]:

$$a_T = k_c \{ (a_k - a) [\arctg(AT + B) + \pi/2] / \pi + a \}, \quad (9)$$

где a_T – средняя за вегетацию объемная масса в год T после проведения приема по разуплотнению почвы, г/см³;

a_k – конечный показатель объемной массы, соответствующий равновесной плотности при отсутствии обработок, или равный средней плотности почвы при наличии традиционных обработок (вспашка, культивация и др., исключая мероприятия по разуплотнению почвы), и определяемый предварительно на основе непосредственных измерений г/см³;

a – средняя за вегетацию объемная масса в год проведения мероприятий по разуплотнению, рассчитываемая по зависимости (1) для всего участка или зависимости (8) для трассы прохода рабочего органа (при щелевании – для щели), г/см³;

T – период времени от начала обработки, $T = 2, 3, 4, \dots$ лет;

A, B – параметры кривой, определяемые по уравнениям (10), (11);

$\pi = 3,1416, \dots$ – параметр приведения зависимой переменной к диапазону 0...1;

$\pi/2$ – параметр центровки кривой относительно начала координат.

Параметры кривой A и B , зависящие от глубины обработки и расстояния между проходами рабочего органа рыхлителя и представляющие собой коэффициенты линейной регрессии для уравнения (9) относительно независимой переменной T , определяются по выражениям

$$A = 5.75 - 0.65 \ln L + 0.37 \ln H, \quad (10)$$

$$B = 13.56 + 1.78 \ln L - 0.8 \ln H. \quad (11)$$

Предлагаемая методика позволяет выработать оптимальные схемы разуплотнения пахотного и подпахотного горизонтов на минеральных и лесопроходимых землях повышенной плотности сложения для почв в диапазоне от связных супесей до тяжелых суглинков с учетом

выращиваемых сельскохозяйственных культур и их севооборотов, а также их требований к объемной массе почвы.

Пример расчета. Требуется разработать систему разуплотнения почвы для четырехпольного севооборота: ячмень, озимая рожь, овес, кормовые бобы в условиях средних по тепло- и влагообеспеченности лет (без учета климатических факторов). Почвы участка легкосуглинистые, подстилаемые с глубины 0.3-0.4 м средними и тяжелыми слабоводопроницаемыми суглинками. Участок осушен закрытым горизонтальным дренажом с глубиной заложения дрен 1.0 м, расположен на склоне холма крутизной 3-4‰, в весенний период и во время ливневых дождей наблюдается поверхностный сток по склону, требуются мероприятия по глубокому рыхлению. Средняя объемная масса почвы на участке при стандартной обработке составляет $a_p = 1.42 \text{ г/см}^3$. Оптимальные значения объемной массы почвы $a \text{ (г/см}^3\text{)}$ на легкосуглинистых почвах для культур севооборота составляют [3,11,12]:

<i>Ячмень</i>	1.15-1.25
<i>Озимая рожь</i>	1.20-1.30
<i>Овес</i>	1.15-1.25
<i>Кормовые бобы</i>	1.20-1.30

Поскольку подстилающие грунты имеет слабую водопроницаемость, глубину рыхления назначаем на 20 см выше закладки дренажа $H = 1.00 - 0.20 = 0.80 \text{ м}$. Выбираем конструкцию рыхлителя, например, РЦ-0.80 с одним рабочим органом и максимальной глубиной обработки почвы 0.80 м. Для получения в первый год действия приема оптимальной плотности сложения почвы $a = 1.20 \text{ г/см}^3$ под ячмень требуемое расстояние между проходами рабочего органа вычисляем по формуле (6):

$$L = \left(\frac{1.20}{1.00} \right)^{10} \frac{0.80^{0.9}}{1.42^{4.1}} = 1.22 \text{ (м)}.$$

По уравнениям (10), (11) определяем коэффициенты A и B :

$$A = 5.75 - 0.65 \ln 1.22 + 0.37 \ln 0.80 = 5.54$$

$$B = -13.56 + 1.78 \ln 1.22 - 0.89 \ln 0.80 = -13.01$$

По зависимости (9) вычисляем объемную массу на второй год действия разуплотнения

$$a_2 = (1.42 - 1.20) (\arctg(5.54 * 2 - 13.01) + \pi / 2) / \pi + 1.20 = 1.23 \text{ (г/см}^3\text{)}.$$

Поскольку полученное значение укладывается в оптимальный диапазон для озимой ржи, разуплотнение почвы на второй год не требуется.

По выражению (9) находим объемную массу почвы на третий год действия приема

$$a_3 = (1,42 - 1,20)(\arctg(5,54 * 3 - 13,0)) + \pi/2) / \pi + 1,20 = 1,39 \text{ г/см}^3.$$

Расчеты свидетельствуют о том, что на третий год при выращивании овса требуется повторить разуплотнение почвы. По зависимости (6) определяем расстояние между проходами стоек рабочего органа рыхлителя

$$L = \left(\frac{1,20}{1,00} \right)^{10} \frac{0,80^{0,9}}{1,39^{4,1}} = 1,34 \text{ (м)}.$$

Повторяем вычисление коэффициентов A и B при новом расстоянии между проходами рабочих органов

$$A = 5,75 - 0,65 \ln 1,34 + 0,37 \ln 0,80 = 5,48$$

$$B = -13,56 + 1,78 \ln 1,34 - 0,89 \ln 0,80 = -12,84.$$

Вычисляем объемную массу на второй год после повторного проведения приема по разуплотнению почвы (4-й год севооборота)

$$a_2' = (1,42 - 1,20)(\arctg(5,48 * 2 - 12,84) + \pi/2) / \pi + 1,20 = 1,22 \text{ г/см}^3.$$

Расчеты свидетельствуют о нецелесообразности проведения мероприятий по разуплотнению почвы на четвертый год, поскольку полученная объемная масса укладывается в диапазон оптимальных значений для кормовых бобов. Окончательно технология разуплотнения почв сводится к проведению обработок в первый и третий год (т.е. под ячмень и овес в системе севооборота) на полную глубину рабочего органа при расстоянии между проходами корпусов рабочего органа 1,2-1,3 м.

Литература

1. Кочетов И.С. Энергосберегающая обработка почвы в Нечерноземье. - М.: Росагропромиздат, 1990. - 160с.
2. Виссер О.А. Влияние плотности почвы на урожай картофеля // Сб. трудов по агрономической физике. - 1965. Вып. 11. - С. 103-106.
3. Ревут И.Б., Кочурова И.И. Плотность дерново-подзолистых почв в связи с проблемами обработки // Вопросы системы обработки почв Северо-Западной зоны. / Науч. тр. СЗНИИСХ. Вып. 5. - Л., 1963. - С. 137-156.
4. Симченков Г.В., Цыганов Ф.П., Коробач А.П. Новое в обработке почвы. - Мн.: Уралжай, 1988. - 80 с.

5. Ревякин Е.Л., Просвирич В.Г. Система орудий для чизельной обработки почвы// Земледелие. - 1990. - №4. - С. 51-55.
6. Рыхлитель-щелеватель РЦ- 0,80/БелНИИМяВХ. - Минск, 1989. - 2 с.
7. Рыхлитель одноосточный РОН-80 к тракторам класса 3. - Киев: Реклама, 1985. - 2 с.
8. Временное руководство по выполнению глубокого рыхления и рыхления кротования на мелиорируемых землях орудиями РУ-65.2,5; РК-1,2. / БелНИИМяВХ. -Минск, 1977, 24 с.
9. Селянинов Г.Т. Принципы агроклиматического районирования СССР/ В сб. Вопросы агроклиматического районирования СССР. - М., 1958. С7-13.
10. Byer W.H. CRS Standart mathematical tables. 26th ed. CRS Press, Inc., Boca Raton, FL. 1981. 618 p.
11. Жученков К.К., Кривенков И.П. Плотность почвы и рост растений/ Химия в естественных науках, Л., Колос,1965. С.157-161.
12. Колясов Ф.Е., Шаронова Т.В. Об оптимальной плотности почвы для зерновых культур на дерново-подзолистых почвах//Сельское хозяйство Северо-Западной зоны. - 1959. - №10. - С. 34-39

SUMMARY

A. Kopytovskikh

Technique of optimization of parameters of soil profile in improved mineral lands, in decompacting arable and subsurface layers

Complex technique forming optimum parameters of a soil profile in improved mineral lands, in decompacting arable and subsurface layers using deep tillers, is offered. The received mathematical model permits to select an optimum type of tools, tilling depth, run spacing, periodicity of tilling, in view of initial volumetric weight of soil, cultivated crops and crop rotations, requirements of crops to volumetric weight of soil.

Key words: soil layers, decompacting, deep tiller.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Лихацевич А.П.</i> Мелиоративной науке Беларуси – 90 лет	5
<i>Маслов Б.С., Минаев И.В.</i> Мелиорация – природообустранивающее мероприятие	10
<i>Островски Я.</i> Агроэкологические аспекты мелиорации почв в Польше	19
<i>Шаудлис В.Б., Бастене Н.П.</i> Особенности и пути совершенствования эффективного использования мелиорированных земель Литвы	25
<i>Шпаар Д., Пиккерт Ю., Йенцке Х.</i> Борьба с сорняками – важное мероприятие эффективного использования многолетних трав на низинных болотах	34
<i>Лихацевич А.П.</i> Повышение эффективности мелиорации земель в Республике Беларусь	46
<i>Конторович И.И.</i> Концептуальный подход к решению проблемы утилизации дренажного стока гидромелиоративных систем	55
<i>Колганов А.В., Бородычев В.В.</i> Роль орошения в стабилизации устойчивого развития сельского хозяйства	58
<i>Вихонин Н.К.</i> Мониторинг как информационное обеспечение принятия экономико-экологических эффективных решений на мелиорированных землях	61
<i>Мееровский А.С., Белковский В.И.</i> Торфяные почвы Беларуси – национальная стратегия их охраны и использования	82
<i>Лихацевич А.П., Авраменко Н.М.</i> Антропогенные преобразования торфяных почв длительного сельскохозяйственного использования в Белорусском Полесье	97
<i>Шкутов Э.Н.</i> Разработка методики расчета ущербов от катастрофических весенних половодий	103
<i>Карнаухов В.Н.</i> Присмы по управлению гидравлическим и русловым режимами рек-водоприемников с учетом требований охраны природы	122
<i>Русецкий А.П.</i> Методы и способы мелиорации пойменных сельскохозяйственных земель в Белорусском Полесье	132
<i>Копытовских А.В.</i> Методика оптимизации параметров почвенного профиля при разуплотнении пахотного и подпахотного горизонтов почвы на минеральных мелиорированных землях	137
<i>Рудой А.У., Макоед В.М.</i> Оценка работы мелиоративных систем в дерново-подзолистых глееватых почвах тяжелого механического состава	144
<i>Митрахович А.И., Климов В.Т., Майорчик А.П., Немиро В.А., Черепович Т.Р.</i> Проблемы водоснабжения сельского водоснабжения	153

<i>Бобровнича М.А., Лихацевич А.П., Саплюков Ф.В.</i> Планирование эксплуатационных мероприятий на водохранилищах мелиоративных систем	160
<i>Левин Г.Ю.</i> Информационно-логическое отображение задач надзора за техническим состоянием мелиоративных систем	171
<i>Черник П.К., Рудой О.А., Скоропанов С.А.</i> Расчет показателей свойств биогенных грунтов и органогенных почв	183
<i>Шушилов Я.М.</i> Особенности расчета и возведения насыпей земляных сооружений на биогенных грунтах	193
<i>Погодин Н.Н., Хомяков А.Г., Шатило С.В.</i> Сменное рабочее оборудование к плугам общего назначения для комбинированной обработки почвы и щелчевания луговых угодий.	203
<i>Кондратьев В.Н., Пекур В.Н., Довнар Л.Л.</i> Развитие комплексной механизации мелиоративных работ в Беларуси.	210
<i>Мееровский А.С., Башлаков Н.Ф., Пастушок Р.Т., Марченко Н.В.</i> Система организации пастбищного конвейера	220
<i>Леуто И.Э., Саквенков К.М.</i> Пути повышения продуктивности минеральных земель с неоднородным почвенным покровом, водным режимом и рельефом в Поозерье	233
<i>Барановский А.З.</i> Использование торфяно-болотных почв и его энергетическая оценка	246
<i>Тиво П.Ф., Брезгунов В.С., Саскевич Л.А., Котлярова Е.А., Щитников Г.П., Крутько С.М.</i> Состояние и концепция использования животноводческих стоков	257
<i>Веренич А.Ф.</i> Создание многолетних высокопродуктивных бобово-злаковых травостоев в условиях поемности	270
<i>Филипенко В.С., Боханко В.И.</i> Структурные сдвиги в мелиоративных мероприятиях	276
<i>Шостаk Ч.А., Крюкова Л.И., Баран В.П., Калинин Г.Н.</i> Семенная продуктивность злаковых и бобовых трав в зоне Белорусского Полесья	286