

ОРИГИНАЛЬНЫЙ ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЬ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ ПЛОДОРОДНОГО СЛОЯ ПОЧВЫ

Н.Н. Романюк, С.О. Нукешев, С.К. Тойгамбаев, Н.К. Теловов

Аннотация. Рассматриваются вопросы обработки почв без оборота пласта. Предложена оригинальная конструкция и обоснованы основные параметры рабочего органа двухступенчатого двухрядного глубокорыхлителя, использование которого позволит улучшить водно-воздушный режим корневого слоя и предотвратить развитие эрозии почвы.

Ключевые слова: конструкция, глубокорыхлитель, почва, эрозия, почвенный профиль, плодородный слой, плужная подошва.

Одной из наиболее затратных операций в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур является обработка почвы. На нее расходуется около 40% энергетических и 25...30% трудовых затрат от всего объема полевых работ [1].

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве отмечаются явления связанные, в первую очередь, с ухудшением некоторых свойств почв. Создание мощного окультуренного пахотного слоя с оптимальными параметрами агрофизических, агрохимических и биологических свойств, является основным признаком окультуренности и плодородия почв. Глубокий хорошо оструктуренный гумусированный пахотный слой (25...30см и более) обеспечивает лучший питательный режим для растений, повышает воздухопроницаемость почвы, способствует регулированию водного режима. В этом слое значительно выше водопроницаемость, интенсивнее задерживаются ливневые и талые воды, что снижает или полностью прекращает эрозионные процессы. Благодаря высокой влагоемкости окультуренного слоя, в почве создается резервный запас влаги, который могут использовать растения в засушливые периоды. Всё это способствует стабильному росту урожайности всех сельскохозяйственных культур.

Указанные свойства почв определяют собой, прежде всего, потенциальное плодородие, а мероприятия, направленные на их улучшение рассматриваются как мероприятия по их регулированию. Одними из основных показателей эффективного плодородия являются плотность и структурность почвы.

Самой серьезной проблемой является уплотнение почвы, которое характеризуется разрушением структуры, изменением пористости, воздухопроницаемости, влажности и т.д. Переуплотнение приводит к ускорению деградации, а, следовательно, к потере плодородия почвы и, в конечном итоге, к нарушению экологии агроэкосистем [2].

У почв обычно разделяют три слоя: пахотный горизонт, плужная подошва и подпахотный горизонт (слой ниже плужной подошвы). Плужная подошва и переуплотненный подпахотный слой создают неблагоприятные условия для развития корневой системы растений, что может выражаться в избытке (нехватке) влаги и воздуха. Поэтому современные технологии растениеводства предусматривают периодичную обработку почвы на большую глубину.

Глубокорыхлитель – это орудие для рыхления почвы и разрушения плужной подошвы, предназначенное для достижения однородности комков плодородного слоя. Основной целью его использования является разуплотнение плодородного слоя и плужной подошвы без оборота пласта и повреждения стерни. Применение глубокорыхлителей объемного типа для глубокого рыхления уплотненного слоя почвы с пониженной фильтрацией позволяет достичь улучшения водно-

воздушного режима корневого слоя и предотвращения развития эрозии почвы.

Почвы России характеризуются большим разнообразием по составу и, как следствие, по способам обработки. Даже внутри административных районов выделяются участки земли с урожайностью близкой к максимально возможной, но необрабатываемые в течение последних 10-15 лет. По данным Министерства сельского хозяйства только в Нечерноземной и Центральной зонах России более 40 % сельскохозяйственных земель, бывших ранее в обороте, не обрабатывается. Более низкие (глубже 0,3...0,35 м) горизонты не получают необходимого воздействия во время обычной сельскохозяйственной обработки и поэтому требуют применения специальных мероприятий, к которым, наряду с закрытым дренажом, относится глубокое рыхление, глубина уплотнения почв может достигать 1,2 м [3].

В процессе обработки почв наблюдается снижение их продуктивности в результате образования различного рода уплотнений почвенного профиля, нарушений его водно-воздушного и теплового режимов (рисунок 1).

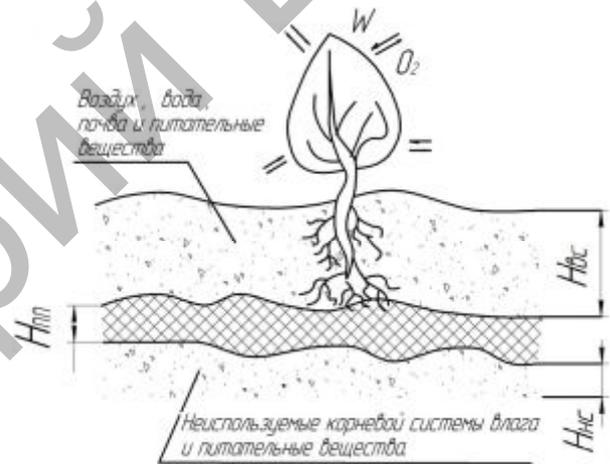


Рисунок 1 – Схема влияния уплотненного слоя на водно-воздушный режим: $H_{вс}$ – обрабатываемый слой почвы, $H_{пл}$ – высота уплотненного слоя почвы «плужная подошва», $H_{пс}$ – подпахотный горизонт

Если структурированные почвы в пахотном горизонте имеют структуру оптимальную для развития растений, то почвы, ранее не обрабатываемые (подлежащие восстановлению), имеют высокую засоренность до 3-4 кустарников на 1 м² с глубиной проникновения корней свыше 1м. В некоторых случаях заброшенные почвы служат транспортными дорогами, поэтому подвергаются чрезмерному переуплотнению [4]. При взаимодействии движителей и рабочих органов сельскохозяйственной техники (при культивации, дисковании, лущении, отвальной и плоскорезной обработке и других операциях) происходит дополнительные уплотнения почвы (рисунок 2) [2, 5].

При сельскохозяйственном использовании земель, особенно переувлажненных тяжелых почв, широко распространенных в зонах избыточного и неустойчивого увлажнения, имеет место их довольно интенсивное уплотнение, поэтому необходимо каждые 3-4 года производить их глубокую обработку. Наличие большого количества пылевидных частиц приводит к заилению и общему уплотнению.

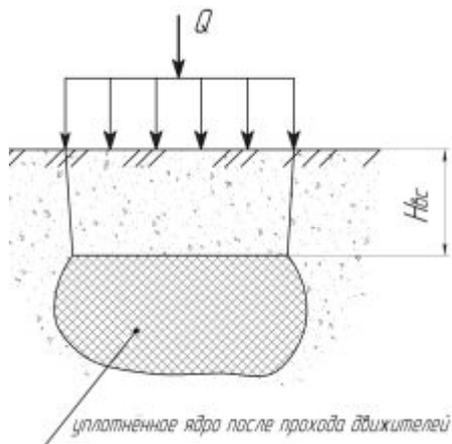


Рисунок 2 – Образование уплотнения почвы после прохода движителей: Q – давление движителя на почву

Проведенный патентный поиск показал, что известны рабочие органы для глубокой обработки почвы, включающие ножевые стойки с закрепленным на них лемехом [6]. Однако они имеют незначительную ширину захвата, а увеличение ширины захвата на счет увеличения количества рабочих органов увеличивает массу и энергоёмкость.

Известен рабочий орган для обработки почвы, включающий наклонные относительно друг друга симметричные ножевые стойки и соединяющий их в нижней части лемех [7]. Недостатком этого рабочего органа является значительная энергоёмкость и низкое качество работы при рыхлении на большую глубину, так как происходит прессование почвы из-за того, что действие сил резания не доходит до свободной поверхности почвы.

Известен рабочий орган для обработки почвы, имеющий ступенчатые стойки, площадки которых имеют в продольном сечении клинообразную форму с переменным углом заострения, а стойки каждой последующей ступени выполнены с переменным углом наклона [8]. Недостатком этого рабочего органа является низкое качество рыхления из-за непроработки ее в верхней ступени, особенно в ее центральной части.

В Московском государственном университете природообустройства разработан оригинальный глубокорыхлитель [9], предназначенный для рыхления почвы на глубину 0,5...0,60м, использование которого позволит повысить качество рыхления почвы, разрушить подпахотный уплотненный слой и снизить энергоёмкость процесса.

При безотвальной технологии обработки взамен зяблевой и весенней вспашек, глубокое рыхление почвы на склонах и паровых полях применяют для послеуборочного рыхления и предпосевной обработки стерневых и мульчированных агрофонов, заплывших почв, а также для обработки залежных земель и кормовых угодий, виноградников и садов. Предлагается применять глубокорыхлитель с лемехами (рисунок 3) с периодичностью обработки почвы один раз в 3-4 года.

Лемеха передних стоек глубокорыхлителя устанавливают с междуследием таким образом, чтобы высота образующихся гребней не превышала половины суммы ширины междуследия и лемеха, а толщина стоек второго ряда, отогнутых в противоположную сторону, была меньше толщины стоек первого ряда (рисунок 3). Такой способ дает возможность уже в первый год после рыхления получать дополнительный урожай. «Плужная подошва» расположена на глубине 0,25...0,30м, она образуется при длительной обработке плугами и расположена на глубине примерно 0,10...0,15м от поверхно-

сти, что вызывает необходимость глубокого рыхления до 0,30...0,60м.

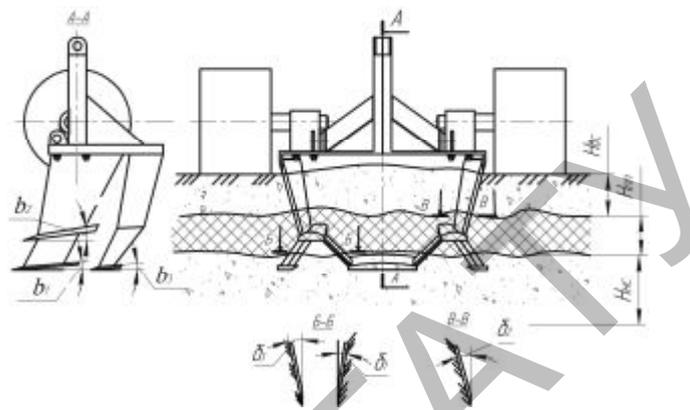


Рисунок 3 – Взаимодействие двухступенчатого двухрядного объемного глубокорыхлителя с почвой: b_1 - углы резания нижних ступеней лемехов; δ_1 - углы нижних боковых режущих стоек; b_2 - углы резания верхних ступеней лемехов; δ_2 - углы верхних боковых режущих стоек; b_3 - углы резания лемехов второго ряда стоек; δ_3 - углы нижних боковых режущих стоек второго ряда

Выбор времени для глубокой обработки уплотнённых почв определяется ротацией культур. Вместе с тем лучше, чтобы глубокая обработка проводилась осенью после уборки урожая и до наступления сезона дождей для аккумуляции влаги.

В почвенном канале лаборатории кафедры мелиоративных и строительных машин Московского государственного университета природообустройства были проведены экспериментальные исследования с использованием физического моделирования.

Были изготовлены три модели глубокорыхлителя в масштабе 1:2,5.

При этом приняты δ относительно оси продольного движения:

- для нижней ступени: 1) $\delta_1 = 10^0$; 2) $\delta_1 = 25^0$; и 3) $\delta_1 = 20^0$;

- для верхней ступени: 1) $\delta_2 = 10^0$; 2) $\delta_2 = 20^0$ и 3) $\delta_2 = 15^0$.

- $\delta_3 = 10^0$ для всех моделей.

Углы резания;

- 1) $b_1 = 30^0$; 2) $b_1 = 40^0$; 3) $b_1 = 45^0$;

- 1) $b_2 = 25^0$; 2) $b_2 = 30^0$; 3) $b_2 = 35^0$;

- $b_3 = 30^0$.

Исследования были проведены по схеме полного многофакторного эксперимента. В качестве переменных факторов были приняты глубина рыхления, плотность и влажность почвы, и углы установки рабочего органа.

В качестве параметров оптимизации были приняты два показателя: тяговое сопротивление движению рабочего органа рыхлителя F_c и качество рыхления $K_{рых}$, которое оценивалось на первом этапе величиной вспученности пласта разрыхляемого грунта по центральной продольной оси.

Проведение исследования «классическим способом» – изменение одного фактора при постоянстве остальных требует большого числа опытов, что занимает много времени и малоэффективно. Используя теорию планирования эксперимента, были построены математические модели, связывающие исследуемый параметр со всеми факторами, влияющими на него. Определяли полное сопротивление движения рабочего органа при рыхлении, используя рабочую методику приближенно-

го физического моделирования процессов рыхления грунта без изменения его свойств [10], для рабочего органа (рыхлителя) в натуральную величину.

По полученным в ходе экспериментальных исследований результатам, были обоснованы и рекомендованы основные параметры рабочего органа двухступенчатого двухрядного глубокорыхлителя (таблица 1).

Таблица 1– Основные параметры рабочего органа двухступенчатого двухрядного глубокорыхлителя

| Наименование параметра | Значения параметров | |
|---|---------------------|---------------------|
| | для нижней ступени | для верхней ступени |
| Угол резания лемеха, град | $b_1 = 30...35$ | $b_2 = 20...25$ |
| Углы резания вертикальных стоек относительно оси продольного движения, град | $\delta_1 = 10$ | $\delta_2 = 10$ |
| Углы разворота вертикальных стоек относительно оси продольного движения, град | $\beta_1 = 5$ | $\beta_2 = 3$ |
| Ширина лемеха, м | $b_1 = 0,2$ | $b_2 = 0,10$ |

В ходе проведенных испытаний были получены следующие результаты:

1. По основным технико-эксплуатационным параметрам глубокорыхлители удовлетворительно агрегируются с тракторами:

- одномодульный глубокорыхлитель (типа ГР-0,5.1) - с тракторами тяговых классов 1,4 (МТЗ-82, Беларус-921, Т-70В и Т-70С);

- двухмодульный глубокорыхлитель (типа ГР-0,5.2) с тракторами тяговых классов 3-5, (гусеничные: ДТ-75 ДЭС4, Т-150, Т-250, Беларус-2103; колесные: Беларус-2103, 2022, 2522, 2822, 3022, 3023);

- трехмодульный глубокорыхлитель (типа ГР-05.3) – с тракторами тягового класса 7-10, (К-745, Т-170).

2. Однообразие качественных и энергетических показателей фронтальных глубокорыхлителей обеспечивается на различных типах почв, в условиях умеренного и недостаточного увлажнения.

3. Двухступенчатый двухрядный объемный глубокорыхлитель рекомендуется использовать для рыхления (разрушения) в основном «плужной подошвы» при агрегатировании с тракторами класса 3...10. В зависимости от тягового класса трактора навесное рабочее оборудование может включать один или три рабочих органа (модуля), расположенных в шахматном порядке (два спереди, один сзади).

Выводы

1. Объемное рыхление почвы на глубину до 50 см - технологический процесс, обеспечивающий оптимальный влаговоздушный обмен во взрыхленном слое, что ведет к улучшению микроклимата в почве и обеспечению хорошей аэрации и инфильтрации дождевых и талых вод, увеличению пористости почвы и повышению ее водопроницаемости, созданию условий для "всасывания", накопления значительных запасов находящейся влаги в почве и воздухе, а так же ее перераспределения.

2. Разработана оригинальная конструкция глубокорыхлителя, позволяющая:

- при работе на склонах предотвратить эрозионные процессы;

- способствовать глубокому проникновению влаги и ее аккумуляции в нижних слоях почвы;

- за счет разуплотнения почвы в дальнейшем снизить тяговое сопротивление при проходе тракторов и других орудий, что приведет к экономии ГСМ, снижению нагрузок на орудия.

3. В ходе экспериментальных исследований обоснованы и рекомендованы основные параметры рабочего органа двухступенчатого двухрядного глубокорыхлителя.

Список использованных источников

1 Казакевич П.П., Тоцицкий А.А. Проблемы и перспективы механизации процессов обработки почвы и посева в Беларуси // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. темат. сб.: Механизация земледелия, животноводства и кормопроизводства. – Вып. 35/ БелНИИМСХ. – Минск, 1996. – С.18–33.

2 Романюк Н.Н. Снижение уплотняющего воздействия на почву вертикальными вибродинамическими нагрузками пневмоколесных движителей : дис. ... канд. техн. наук. – Минск: 2008. – 206 с.

3 Черненко В.Я., Брусиловский Ш.И. Глубокое рыхление осушаемых тяжелых почв. - М: Колос, 1983. – 63 с.

4 Насыров Н.К., Казаков В.С. Руководство по мелиорации почвенного профиля при комплексной реконструкции оросительных систем (на примере Яванской долины) МИИСП им. В. П. Горячкина. – Тверь: Агропромиздат, 1990. - 68с.

5 Практикум по мелиоративным машинам / Ю.Г. Ревин [и др.]. – М.: Колос, 1995. - 204с.

6 Авторское свидетельство SU 376040, А 01 В 39/16, 05.04.73.

7 Авторское свидетельство SU 704488, А 01 В 13/16, 25.12.79.

8 Авторское свидетельство SU 810102, А 01 В 13/16, 07.03.81.

9 Глубококорыхлитель: патент № 2150183 РФ, МКИ А01В13/08, А01В13/16/ Н.К. Теловов, Ю.Г. Ревин, В.С. Казаков /; заяв. 30.04.1999; опубл. 10.06.2000.

10 Баловнев В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин. – М.: Машиностроение, 1994. – 432 с.

Информация об авторах

Романюк Николай Николаевич, кандидат технических наук, доцент, первый проректор Белорусского государственного аграрного технического университета, Минск, Республика Беларусь, e-mail: romanjuk-nik@tut.by, тел.+375 29 557 06 09.

Нукешев Саяхат Оразович, доктор технических наук, доцент, декан технического факультета Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан, тел.+77015129791, e-mail:snukeshev@mail.ru

Тойгамбаев Серик Кокибаевич, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры тракторы и автомобили «Московский государственный агроинженерный университет» имени В.П. Горячкина, г. Москва, Российская Федерация, тел. 8-926-585-36-07.

Теловов Нормурод Кандахорович, доцент кафедры «Мелиоративные и строительные машины» Московского государственного университета природообустройства, г. Москва, Российская Федерация.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО КОНТРОЛЮ И УПРАВЛЕНИЮ СОСТОЯНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Н.А. Корневский, Р.А. Крупчатников, Башир Аббас Самаха, Н.С. Климов

Аннотация. В работе рассматриваются вопросы построения интеллектуальной системы поддержки принятия решений решающей задачи классификации экологического состояния окружающей среды, оценки её влияния на состояние здоровья человека и животных и формирования рекомендаций по управлению экологией

гического состояния окружающей среды, оценки её влияния на состояние здоровья человека и животных и формирования рекомендаций по управлению экологией