

Наблюдения показали, что более результативным был посев яровой пшеницы посевным комплексом «Grain Plains NTA 3510» как по пару в (среднем 2,52 т/га), так и по стерневому фону – 1,89 т/га. Наибольшая урожайность зерна была получена по паровому предшественнику при посеве сеялкой «Grain Plains NTA 3510» с допосевным внесением глифосатов – 2,95 т/га, а наименьшая – по 2-й пшенице после пара на контроле при посеве СКП-2,1М – 1,40 т/га, или снижение более чем в 2 раза. В целом по всем вариантам способа посева урожайность зерна яровой пшеницы по пару превышала вторую культуру на 0,67, или 39%, что еще раз обосновывает необходимость парового предшественника в засушливых агроландшафтах Западной Сибири.

Выводы

1. Сезонная нагрузка сравниваемых зарубежных посевных агрегатов в 2,5-4,5 раза превышает производительность контрольного агрегата К-701 + 6 СКП 2,1М, а эксплуатационные затраты – ниже, до 15-27%.

2. В южной лесостепи осенняя поверхностная (10-14 см) обработка почвы способствует повышению урожайности зерна до 0,33 т/га (21,6%).

3. Посев комплексом в южной лесостепи (ОПХ «Боевое») ППК «John Deere-1820» обеспечивал прибавку зерна 0,16 т/га (6,2%) по сравнению с агрегатом К-701 + 6 СКП-2,1М, за счёт более равномерного распределения семян по глубине (93% и 84% соответственно) и повышения полевой всхожести. Применение стартовых доз азотных удобрений (N_{30}) давало в среднем прибавку зерна при посеве агрегатом К-701 + 6СКП-2,1М-0,47 т/га (20,1%), а при посеве «John Deere» 8420 + ПК «John Deere» 1820 – 0,59 т/га (24,3%). Прикатывание после посева, в сочетании с боронованием, повышало урожайность зерна до 0,23 т/га, или 9,1%.

4. Результаты исследований по эффективности посевных комплексов в степной зоне (ЗАО «Сергеевское») показали, что в сравнении с контрольным агрегатом (К-701 + 6 СКП-2,1М) применение ПК «Morris Concept 2000» не обеспечило повышение урожайности яровой пшеницы, а применение комплекса «Grain Plains» NTA 3510 с дисковыми рабочими органами способствовало повышению урожайности зерна на стерневом фоне до 0,27 т/га, или 16,7%.

Библиографический список

1. Кем А.А., Юшкевич Л.В., Щитов А.Г. Совершенствование способов посева зерновых в Западной Сибири // Зерновое хозяйство. – 2007. – № 1. – 17-19 с.

2. Кем А.А., Юшкевич Л.В. Влияние способов посева на урожайность зерновых культур в Западной Сибири // Матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. ВАСХНИЛ А.И. Селиванова (п. Краснообск, 9-11 июня 2008 г.) / Россельхозакадемия. Сиб. отделение. ГНУ СибИМЭ. – Новосибирск, 2008. – С. 469-476.

3. Кем А.А., Юшкевич Л.В. Урожайность зерновых культур в зависимости от моделирования способа посева // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2009. – № 11. – С. 92-97.

4. Домрачев В.А., Кем А.А., Ковтунов В.Е., Красильников Е.В., Шевченко А.П. Механизация процессов селекции, земледелия и растениеводства: монография. – Омск: Изд-во ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина, 2011. – 190 с.

5. Пат. 2180993 РФ МКИ³ А01С7/20. Сошник для подпочвенного разбросного посева / Е.М. Михальцов, В.Е. Ковтунов, А.А. Кем, И.Ф. Храмцов, П.Л. Кукушкин, А.Ш. Жетписбаев (РФ). – № 2000101577/13; заявл.19.01.2000; опубл. 10.04.2002, Бюл. № 10. – 3 с.



УДК 631.3(075.8)

В.В. Алексеев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ УПЛОТНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ

Ключевые слова: уплотняющее воздействие на почву, чувствительность оценки уплотнения, слои почвы, оптимальный

режим, идеализированная модель, «плужная подошва», коэффициент фильтрации.

Введение

Ежегодное многократное воздействие ходовых систем МТА на почву ведет к накоплению уплотнения в пахотном и подпахотном горизонтах. В результате усиливаются эрозионные процессы, ухудшается жизнедеятельность почвенной микрофлоры, увеличивается сопротивление почвы обработке.

Степень уплотнения существенно зависит, помимо кратности воздействия, от влажности почвы, величины контактного давления, исходного состояния. Перечисленные факторы напрямую определяют глубину проникновения уплотнения и степень разрушения структуры почвы.

Показатели, характеризующие уплотняющее воздействие техники, часто являются функциями плотности почвы. Функциональные зависимости между показателями уплотнения и плотностью почвы достаточно изучены и информативны, однако в ряде случаев имеются трудности с реализацией измерений на практике. Мониторинг процессов накопления остаточных деформаций в почве существенно затруднен из-за того, что изменение значений плотности часто имеет тот же порядок малости, что и ошибка измерений. Кроме того, влажность почвы существенно меняется с глубиной, а для различных значений влажности почва представлена различными реологическими моделями.

При оценке уплотняющего воздействия техники важным моментом является возможность определять даже небольшие изменения искомых величин. Чувствительность измерений можно повысить при замене измерений плотности измерениями гидрофизических характеристик почв. Особенно чувствительными по отношению к уплотняющему воздействию техники являются коэффициент фильтрации и потенциал почвенной влаги [1]. Использование этих гидрофизических характеристик является более предпочтительным еще и потому, что с их помощью адекватно описывается влагообеспеченность растений.

Цель – повышение качества определения уплотняющего воздействия сельскохозяйственной техники на почву.

Задачи: разработать и обосновать методику и технические средства для оценки уплотняющего воздействия на почву сельскохозяйственной техники; провести экспертную проверку предлагаемой методики на основе определения гидрофизических характеристик почвы.

Объекты и методы

При воздействии сельскохозяйственной техники на почву изменениям в первую очередь подвержено поровое пространство.

Наиболее информативными и генетически обусловленными признаками почвы при данном рассмотрении вопроса являются форма, величина и ориентация пор. Поэтому при изучении уплотнения необходимо обратить внимание на поровое пространство.

Рассмотрим идеализированную модель образца почвы – куб с ребром, равным единице длины, имеющий три цилиндрические поры в трех взаимно перпендикулярных направлениях, объем этих цилиндрических пор равен общему объему пор в моделируемом образце почвы. Зависимость площади сечения поры S от пористости Π (объема пор в единице объема образца) в такой модели можно представить выражением:

$$S(\Pi) = \ln 2 (\Pi^2 / 4 + \Pi / 2). \quad (1)$$

Используя инвариантность законов движения для жидкостей и газов, при совместности критериев подобия, можно, рассчитав значение коэффициента фильтрации K для воздуха по экспериментальным данным, пересчитать K для воды по формуле:

$$K^* = K \frac{\eta_1}{\eta_2}, \quad (2)$$

где η_1/η_2 – отношение коэффициентов вязкости воздуха и воды.

Для газа, протекающего через почву, запишем закон Дарси:

$$Q = K \frac{\Delta p}{l} S_{обп}, \quad (3)$$

где $S_{обп}$ – площадь грани образца;

$Q = \Delta V / \Delta t$ – расход газа, т.е. объем газа Δ , протекающего через образец за единицу времени Δt .

При протекании газа через образец определенная доля кинетической энергии потока расходуется на преодоление сил трения о поверхность конденсированной фазы. Полученное нами выражение для зависимости коэффициента фильтрации от пористости и удельной поверхности почвы имеет вид

$$K = \frac{3(\ln 2)^5}{128\sqrt{\pi}\eta^4} \cdot \frac{(\Pi_0^2 + 2\Pi_0)^5}{1 - \Pi_0} \cdot \frac{1}{\Omega_0}, \quad (4)$$

где Π_0 – пористость сухого образца;

$\Pi = \Pi_0 - w$ – пористость образца;

w – объемная влажность;

$\text{м}^3/\text{м}^3$, η – вязкость газа, Па·с.

Выразив пористость Π_0 через плотность сухого образца ρ и плотность твердой фазы почвы ρ_{sf} согласно выражению

$$\Pi_0 = 1 - \frac{\rho}{\rho_{sf}} \quad (5)$$

и обозначая первый сомножитель (4) через константу C , получаем

$$K = C \cdot \left(3 - 4 \frac{\rho}{\rho_{sf}} + \frac{\rho^2}{\rho_{sf}^2} \right)^{\frac{5}{2}} \cdot \frac{\rho_{sf}}{\rho} \cdot \frac{1}{\Omega_0} \quad (6)$$

Полученная формула (6) позволяет учитывать как генетические свойства почвы, так и степень ее уплотнения.

Экспериментальная часть

Для исследования динамики уплотненного состояния в зависимости от глубины необходимо экспериментально определять коэффициент фильтрации в достаточно тонких почвенных слоях с непосредственным учетом изменения влажности почвы. Образцы почвы отбирались с помощью бура-пробоотборника, который позволяет получить образцы почв с различной глубины при минимальной деформации. Рабочая часть бура (кассета) представляет собой полый заостренный снизу цилиндрический стакан высотой 2 см или 20 см, который расположен в режущем устройстве (рис. 1, 2).

Почва по глубине разбивается на слои толщиной 2 см. Поскольку потеря кинетиче-

ской энергии потока газа при протекании через почву является величиной аддитивной, то измеренный для почвы с 1-го по 10-й слой коэффициент фильтрации K_1 можно представить в виде

$$K_1 = k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_{10} \quad (7)$$

где k_i – вклад каждого i -го слоя.

Далее берутся образцы почвы с глубин, соответствующих 2-11-му, 3-12-му и т.д. слоям (рис. 3). Для каждого случая определяется коэффициент фильтрации. Объединив все уравнения, получаем систему из $(n-10)$ линейных уравнений с n неизвестными. Для того чтобы система имела единственное решение, ее необходимо дополнить еще 10 уравнениями. Влажность с глубиной в большинстве случаев увеличивается, и на некоторой глубине становится возможным использование стакана высотой в 2 см, поскольку более плотная почва в нем удерживается. Получив 10 значений коэффициента фильтрации, для нижних слоев дополняем ими систему.



Рис. 1. Общий вид бура

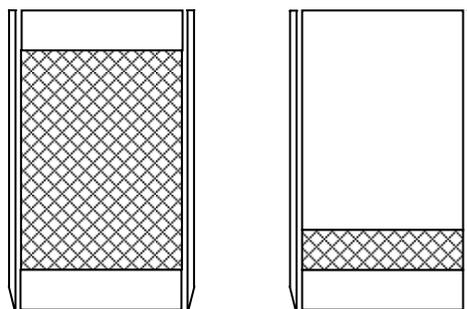


Рис. 2. Варианты расположения кассеты (заштрихована) с образцом

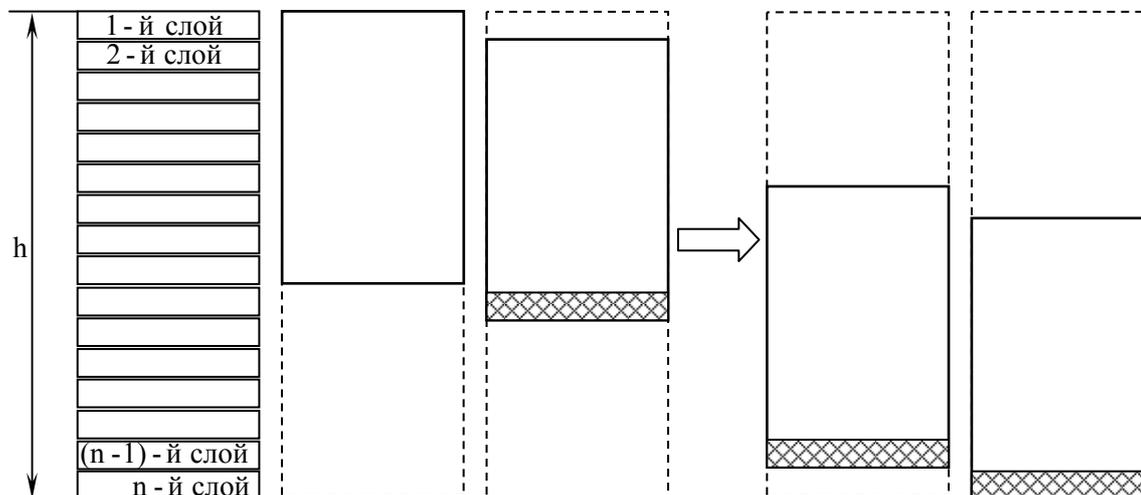


Рис. 3. Порядок взятия образцов

В результате всех измерений получаем систему вида:

$$\begin{cases} K_{1+i} = k_{1+i} + k_{2+i} + k_{3+i} + \dots + k_{10+i}, \\ K_{n-10+i} = k_{n-10+i}, \end{cases} \quad (8)$$

где $i = 0, \dots, 10$. Система решается как аналитически, так и численно, с помощью прикладных программ.

Результаты и их обсуждение

Чувствительность экспериментально измеряемых величин к уплотнению будем сравнивать по относительному изменению величин $\varepsilon_y = dy/y$. Величина $\varepsilon_k/\varepsilon_p$ показывает, во сколько раз чувствительность по измерениям коэффициента фильтрации выше чувствительности по измерениям плотности.

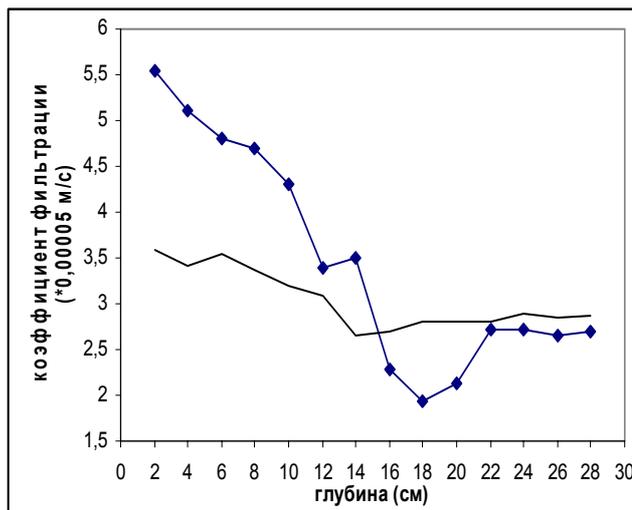
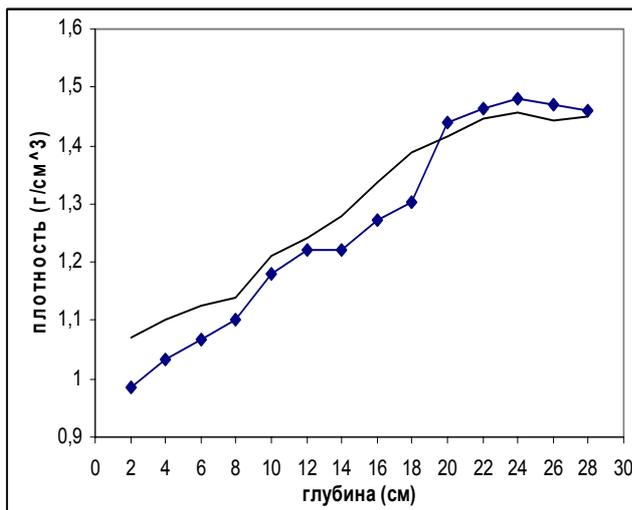
При проходе техники (однократном) в зависимости от влажности почвы и величины контактного давления изменение плотности колеблется от 2 до 30% (или от 0,025 до 0,369 г/см³). Коэффициент фильтрации при этом изменяется в разы.

На рисунке 4 представлены сравнительные данные об оценке уплотнения по значениям плотности и коэффициента фильтрации (почва темно-серая лесная $\Omega = 62,2$ м²/г, $\rho_{sf} = 2,61$ г/м³, первоначальная средняя плотность $\rho = 1,23$ г/м³).

На рисунке 3 видно, что распределения значений объемной массы и коэффициента фильтрации до обработки имеют вид монотонных функций, с небольшими колебаниями значений, не превышающие ошибки измерений.

После обработки значения объемной массы в среднем стали меньше, на определенной глубине имеется некоторый перепад значений, соответствующий глубине обработки (в данном случае 17 и 20 см для модифицированной бороны). В большинстве случаев разброс значений по порядку величины сравним с относительной ошибкой измерений, что затрудняет анализ данного распределения.

МТЗ-82 + ФБН-1,5



МТЗ-82 + ФБН-1,5 (с модифицированными рабочими органами)

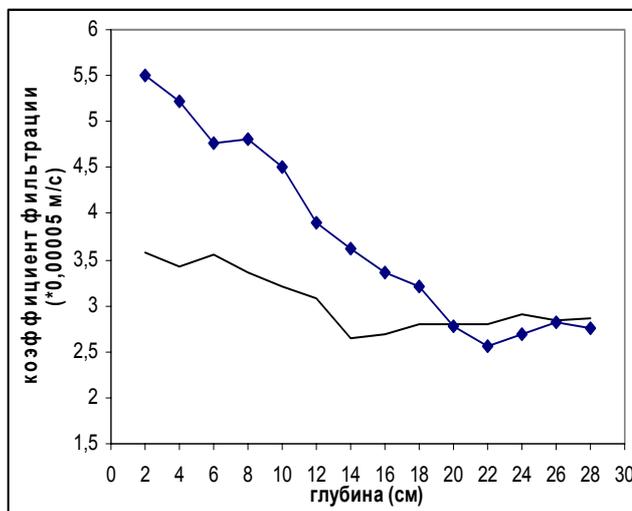
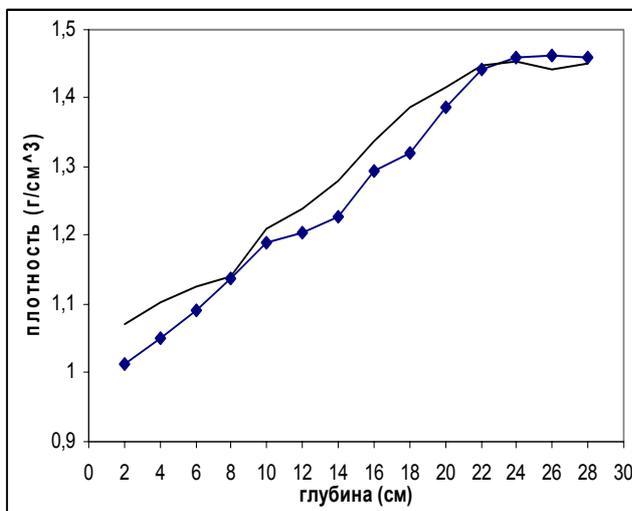


Рис. 4. Распределение плотности коэффициента фильтрации по глубине (— до обработки, —♦— после обработки)

Значения коэффициента фильтрации убывают до глубины 17-18 см, для модифицированной бороны – до 20-22 см, показывая уменьшение степени разрыхленности почвы. Значения коэффициента фильтрации на глубинах 17-22 и 20-24 см показывают наличие уплотненного слоя почвы, который во втором случае менее выражен.

Из приведенного краткого анализа можно сделать вывод о том, что более высокая (в 3-5 раз) чувствительность оценки уплотнения по измерениям коэффициента фильтрации по сравнению с измерениями объемной массы позволяет точнее локализовать уплотнение и, следовательно, полноценно бороться с техногенным уплотнением почв.

Выводы

Получена обобщенная зависимость коэффициента фильтрации от плотности и удельной поверхности почв. Чувствительность определения уплотненного состояния почв при этом в 3,5-9 раз выше, чем по измерениям плотности. Предложенная методика позволяет увеличить точность измерений и локализовать уплотнение по глубине, описав его распределение.

Для поля с измеренным распределением коэффициента фильтрации по глубине можно определить параметры «плужной подошвы» при ее наличии, а также измерить, как и насколько она изменилась в результате проведения тех или иных технологических операций по обработке почвы.



УДК 631.371

С.А. Яковлев,
Н.П. Каняев

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ЗАКАЛКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДВУХИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОБРАБОТКОЙ

Ключевые слова: электромеханическая закалка, двухинструментальная обработка, макроструктура, микроструктура, поверхность, твердость, метод Виккерса.

Введение

Электромеханическая поверхностная закалка (ЭМПЗ), являясь разновидностью электромеханической обработки, характеризуется значительным термическим воздействием на поверхности деталей машин за счет прохождения тока большой плотности (700-1100 А/мм²) и низкого напряжения (2-6 В). При этом, как правило, используют вращающийся бронзовый инструмент с шириной рабочей частью 3-5 мм, применяют

Библиографический список

1. Шейн Е.В. Гранулометрический состав почв: проблемы методов исследования, интерпретации результатов и классификаций // Почвоведение. 2009. – № 3. – С. 309-317.
2. Скворцова Е.Б. Изменение геометрического строения пор и агрегатов как показатель деградации структуры пахотных почв // Почвоведение. – 2009. – № 11. – С. 1345-1353.
3. Алексеев В.В., Сироткин В.М., Максимов И.И., Пакулин П.Н. Безразмерные величины, характеризующие состояние почвы и степень механического воздействия почвообрабатывающих машин и орудий // Экологические аспекты механизации сельскохозяйственных растений: X Международный симпозиум. – Варшава, 2003. – С. 141-146.
4. Алексеев В.В., Максимов В.И., Максимов И.И., Михайлов А.Н., Сякаев И.В. Оценка механического воздействия на почву фрезы ФБН-1,5 с модифицированными рабочими органами // Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. – Чебоксары, 2012. – № 4 (75). – С. 3-6.
5. Алексеев В.В., Максимов И.И., Максимов В.И., Сякаев И.В. Энергетическая оценка механического воздействия на почву почвообрабатывающих машин и орудий // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – Киров, 2012. – № 3 (28). – С. 70-72.

сравнительно низкую скорость (менее 0,1 м/с) обработки, прижатие обрабатывающего инструмента должно обеспечивать лишь надежный контакт с обрабатываемым изделием.

Процессы ЭМПЗ широко применяются в условиях массового и ремонтного производства для упрочнения деталей машин, успешно конкурируя с традиционными способами поверхностной термической обработки. К достоинствам технологии ЭМПЗ относятся: простота и высокая эффективность, низкие энергозатраты на выполнение операций, безопасность и экологическая чистота, возможность быстрого, плавного изме-