

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 631.431

Ю.А. Савельев,
П.А. Ишкин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОФИЛЯ МЕЛКОЙ ОСЕННЕЙ ПОЛОСОВОЙ ОБРАБОТКИ

Ключевые слова: почва, промораживание, полосовая обработка, профиль поверхности, влажность почвы, оптимальные параметры, способ обработки, орудие, факторный эксперимент, разрыхленные полосы, неразрыхленные участки.

Введение

Энергоемкая сплошная осенняя основная обработка почвы осуществляет в основном механическое ее разуплотнение. При этом не в полной мере используется возможность процесса разуплотнения почвы промораживанием из-за дефицита осенней влаги в наиболее уплотненном верхнем слое.

Повышение эффективности данного процесса достигается путем сосредоточения и удержания осенней влаги в наиболее уплотненном слое почвы. Для этого разработаны способ и орудие для мелкой осенней полосовой обработки почвы, при котором образуют разрыхленные полосы 1 (рис. 1) глубиной H , равной 12-16 см, нижние половины 2 которых образуют ∇ -образного сечения, шириной b , равной 10-12 см., а верхние половины 3 прямоугольного сечения шириной B [1, 2]. Разрыхленные полосы 1 делают с интервалом L , образующим неразрыхленные участки 4 с оставшейся стерней.

Разрыхленные полосы 1 интенсивно впитывают и эффективно аккумулируют

осеннюю влагу в боковых карманах 6 и центральном кармане 5. При этом из боковых карманов 6 влага инфильтрирует в неразрыхленные участки 4 и распределяется по всему верхнему слою почвы при оптимальном межполосовом интервале L , а накопленная центральным карманом 5 влага инфильтрирует через наклонные стенки 7, 9 под боковые карманы 6 и далее под неразрыхленные участки 4. При этом влажность в приповерхностном слое неразрыхленных участков 4 поддерживается за счет инфильтрации влаги из боковых карманов 6.

Для реализации предлагаемого способа необходимо определить рациональные параметры создаваемого профиля обработки.

Объект

Таким образом, объектом исследования являлся процесс разуплотнения среднесуглинистого среднемощного чернозема промораживанием при мелкой осенней полосовой обработке.

Метод

Лабораторно-полевые исследования выполнялись по методике многофакторного планирования экспериментов с использованием экспериментального комбинированного орудия для мелкой осенней полосовой обработки почвы.

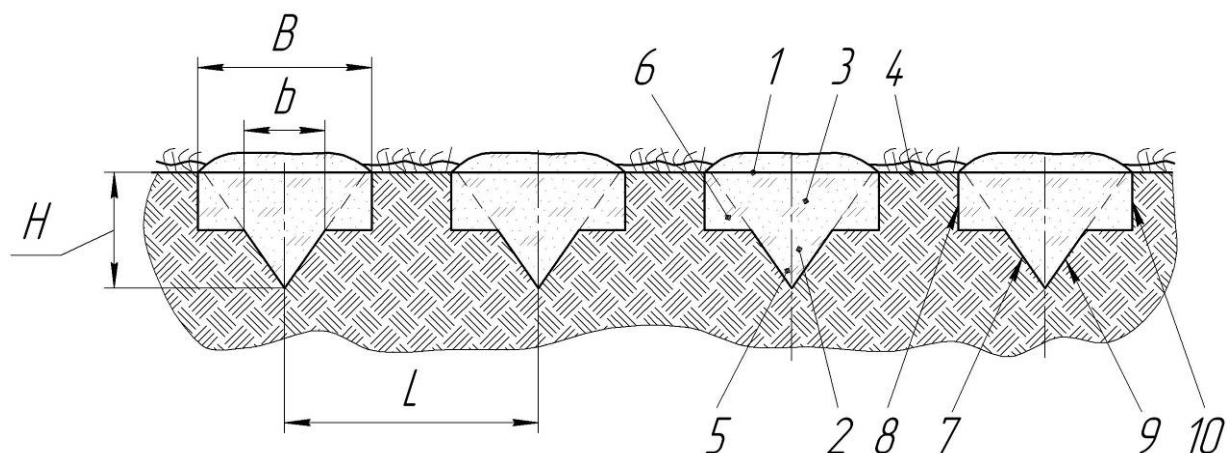


Рис. 1. Разрыхленные полосы в поперечном сечении:

- H – глубина разрыхленной полосы; B – ширина верхней половины разрыхленной полосы;
 b – ширина нижней половины разрыхленной полосы; L – интервал образования полос;
 1 – разрыхленная полоса; 2 – нижняя половина разрыхленной полосы;
 3 – верхняя половина разрыхленной полосы; 4 – неразрыхленный участок;
 5 – центральный карман; 6 – боковой карман; 7, 9 – наклонные стенки;
 8, 10 – вертикальные стенки

Предварительными исследованиями определены наиболее существенные факторы (рис. 2): ширина разрыхленной полосы B_p ; ширина неразрыхленного межполосового участка B_n ; глубина прямоугольной части разрыхленной полосы h .

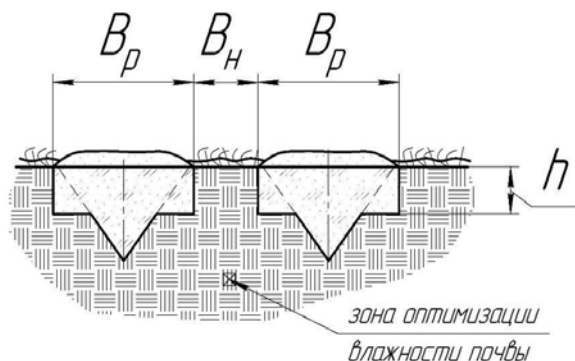


Рис. 2. Параметры профиля мелкой осенней полосовой обработки почвы:

B_p – ширина разрыхленной полосы;

B_n – ширина неразрыхленного межполосового участка; h – глубина прямоугольной части разрыхленной полосы

Серии опытов реализовывались и обрабатывались по симметричному некомпозиционному квази-D-оптимальному плану Песочинского [3]. За критерий оптимизации выбрана влажность почвы в горизонте

$$y = 31,067 + 0,783x_1 - 1,463x_2 + 1,204x_3 - 0,233x_1^2 - 0,558x_2^2 - 0,308x_3^2.$$

0,15-0,2 м необработанных межполосовых участков.

Для аналитического описания влияния факторов на критерий оптимизации была выбрана квадратичная модель уравнения регрессии.

Адекватность модели процесса оценивалась по F -критерию Фишера. Табличное значение $F^{табл}$ выбиралось согласно определенным числам степеней свободы при уровне значимости $q = 95\%$.

Экспериментальная часть. Для реализации полного факторного эксперимента 2^3 проведена серия опытов с выбранными основными факторами и уровнями их варьирования, влияющими на критерий оптимизации (табл.).

Результаты экспериментов и их обсуждение

Возможность проведения регрессионного анализа обоснована по критерию Кохрена при уровне значимости 0,05 и числе степеней свободы $f = n - 1 = 2$ и числе опытов $N = 13$ $G_{расч} = 0,115$, который не превысил табличное значение $G' = 0,373$.

Значимость коэффициентов уравнения регрессии определялась по t -критерию Стьюдента для 5%-ного уровня значимости и числа степеней свободы 26: $t_{кр} = 2,06$. При этом уравнение регрессии приняло вид:

Уровни и интервалы варьирования основных факторов при регрессионном анализе

| Уровни варьирования факторов | Факторы | | | Факторы в кодированном виде | | |
|------------------------------|------------|------------|----------|-----------------------------|-------|-------|
| | B_p , мм | B_n , мм | h , мм | X_1 | X_2 | X_3 |
| Верхний | 400 | 400 | 100 | +1 | +1 | +1 |
| Нижний | 200 | 100 | 60 | -1 | -1 | -1 |
| Основной | 300 | 250 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| Интервал варьирования | 100 | 150 | 20 | 1 | 1 | 1 |

После замены в уравнении регрессии кодовые значения факторов на натуральные получено уравнение регрессии в натуральном раскодированном виде:

$$W = 17,765 + 0,218B_p + 0,0265B_n + 1,83h + 2,33 \cdot 10^{-3} B_p^2 - 2,48 \cdot 10^{-3} B_n^2 - 77 \cdot 10^{-3} h^2.$$

Адекватность полученной модели определяли по критерию Фишера при уровне значимости 95% и числе степеней свободы $f_{ад} = 2$, $f_y = 26$ $F^{расч} = 0,1$, который не превысил табличного значения $F_{табл} = 3,388$.

На основании полученного уравнения регрессии построена факторная зависимость изменения влажности почвы в горизонте 0,15-0,20 м необработанных межполосовых участков в зависимости от ширины разрыхленной полосы B_p , ширины неразрыхленного межполосового участка B_n и глубины прямоугольной части разрыхленной полосы h (рис. 3, 4).

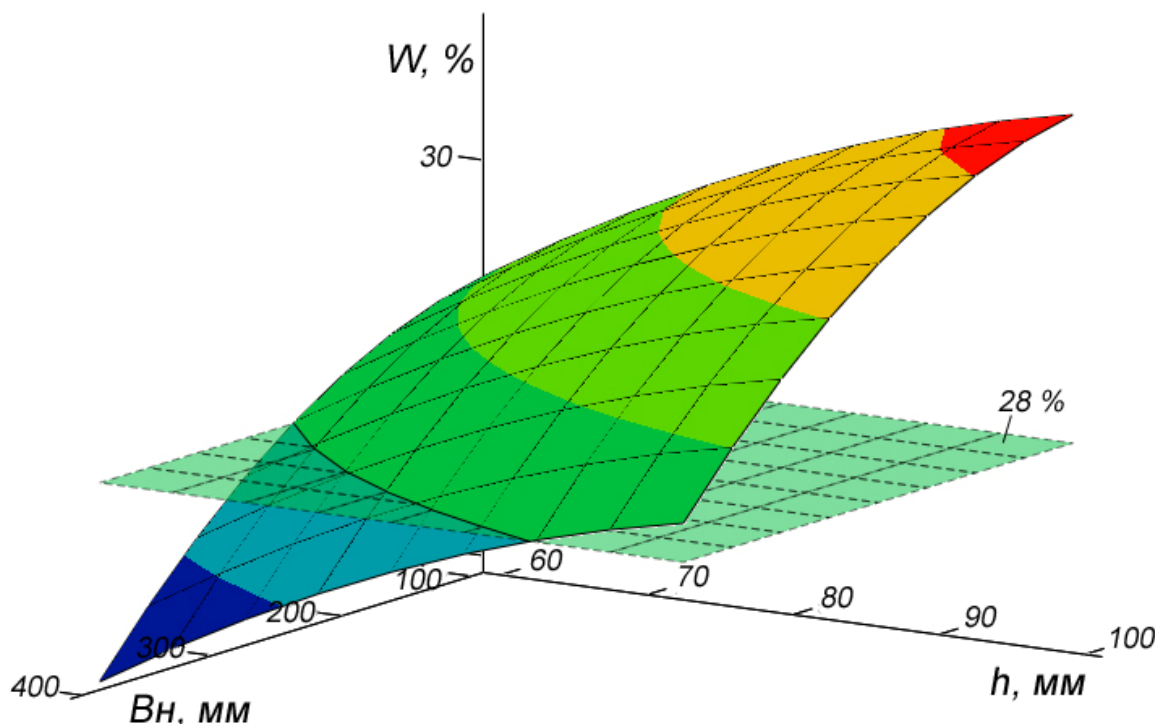


Рис. 3. Зависимость изменения влажности почвы в горизонте 0,15-0,20 м необработанных межполосовых участков от ширины неразрыхленного межполосового участка B_n и глубины прямоугольной части разрыхленной полосы h при ширине разрыхленной полосы $B_p = 400$ мм

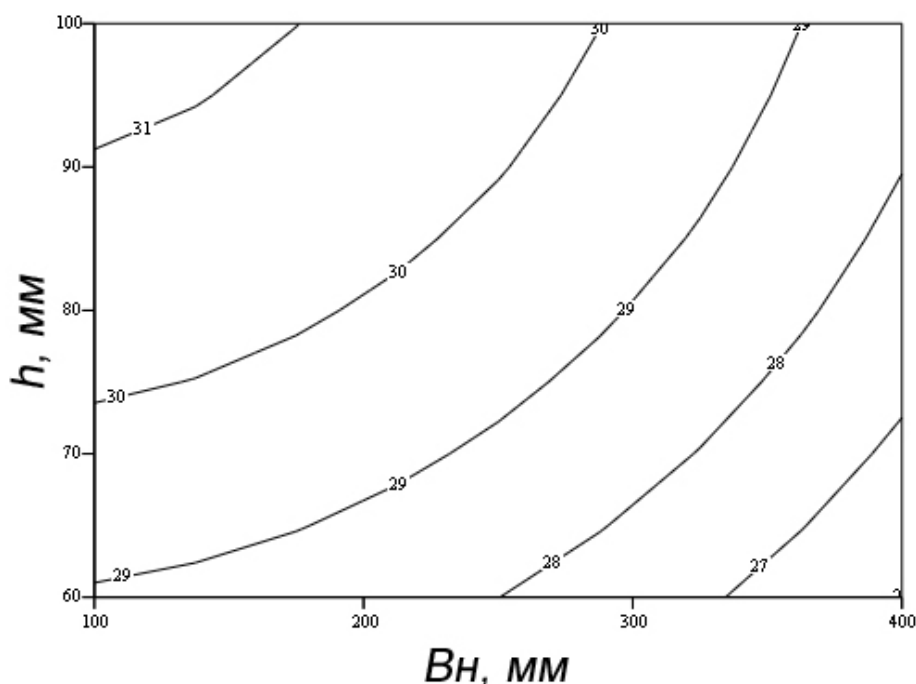


Рис. 4. Двумерные сечения поверхности отклика зависимости изменения влажности почвы в горизонте 0,15-0,20 м необработанных межполосовых участков от ширины неразрыхленного межполосового участка V_n и глубины прямоугольной части разрыхленной полосы h при ширине разрыхленной полосы $V_p = 400$ мм

Для обеспечения необходимого минимального уровня влажности почвы 28% для эффективного разуплотнения промораживанием, необходимы следующие параметры профиля полосовой обработки: ширина разрыхленной полосы $V_p = 400$ мм, ширина неразрыхленного межполосового участка $V_n = 350$ мм и глубины прямоугольной части разрыхленной полосы $h = 80$ мм (рис. 4) [4].

Вывод

Выбранные геометрические параметры мелкой осенней полосовой обработки почвы обеспечат эффективное накопление и сосредоточение осенней влаги в наиболее уплотненном слое почвы, что повысит эффективность разуплотнения почвы промораживанием.

Библиографический список

1. Савельев Ю.А. Осенью – полосовое рыхление / Ю.А. Савельев, П.А. Ишкин // Сельский механизатор. 2007. № 10. С. 20.
2. Ишкин П.А. Способ минимальной осенней обработки почвы и орудие для его осуществления / П.А. Ишкин // Инновации молодых ученых агропромышленному комплексу: сб. матер. науч.-практ. конф. молодых ученых. Пенза: РИО ПГСХА, 2007. С. 88-90.
3. Новик Ф.С. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов / Ф.С. Новик, Я.Б. Арсов. М.: Машиностроение; София: Техника, 1980. 304 с.
4. Ишкин П.А. Повышение эффективности разуплотнения почвы комбинированным орудием при мелкой осенней полосовой обработке: автореф. дис. канд. техн. наук / П.А. Ишкин. Пенза, 2008. 19 с.

