

П. Т. Бердимуратов¹, А. П. Таджимуратова¹, В. Б. Ловкис², Т. А. Непарко²

¹*Национальный исследовательский университет
«Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»
г. Ташкент, Республика Узбекистан
E-mail: b_parakhat@mail.ru*

²*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь
E-mail: mta_mtp@bsatu.by*

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГРЕБНЯ И КОНСТРУКЦИИ ФОРМОВЩИКА ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ ТОЧНОГО И ШТУЧНОГО ВЫСЕВА СЕМЯН ХЛОПЧАТНИКА

Аннотация. Успехи в возделывании хлопчатника во многом зависят от сроков и качества подготовки почвы к посеву и посева, а последний, в свою очередь, – от способов проведения посевной и совершенствования конструкции машин. Целью исследования является обоснование формы гребней и параметров формовщика гребней к хлопковой сеялке. Авторами предложена новая технология посева с одновременным формированием гребней. Теоретически обоснованы форма и параметры гребня. При выполнении формы гребня в виде равнобокой трапеции и соответственно с высотой и шириной поверхности гребня не менее 100 мм и 160 мм обеспечивается защита семенного ложа от затопления дождевыми потоками. Приведена конструкция разработанного формовщика гребней к хлопковой сеялке для осуществления предложенной технологии.

Ключевые слова: хлопчатник, сеялка, технология, сгребатель-формовщик, дождевой поток, семенное ложе, гребень.

P. T. Berdimuratov¹, A. P. Tadjimuratova¹, V. B. Lovkis², T. A. Neparko²

¹*National Research University
“Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers”
Tashkent, Republic of Uzbekistan
E-mail: b_parakhat@mail.ru*

²*EI “Belarusian State Agrarian Technical University”
Minsk, Republic of Belarus
E-mail: mta_mtp@bsatu.by*

JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE RIDGE AND DESIGN OF THE FORMER FOR THE TECHNOLOGY OF PRECISE AND INDIVIDUAL OF COTTON SEED SOWING

Abstract. Success in cultivating cotton largely depends on the timing and quality of soil preparation for sowing and sowing, and the latter, in turn, depends on how it is carried out and on the perfect design of the machines. The aim of the study is to justify the shape of the ridges and the parameters of the moulder to the cotton seeder. The authors proposed a new technology for sowing with the simultaneous formation of ridges. The shape and parameters of the ridge are theoretically justified. When performing the ridge shape in the form of an isosceles trapezoid and, accordingly, with a height and width of the ridge surface of at least 100 mm and 160 mm, the seed bed is protected from flooding by rain streams. The design of the developed comb moulder to a cotton seeder for the implementation of the proposed technology is given.

Keywords: cotton, sowing machine, technology, rake-forming machine, rain stream, seed bed, comb.

Введение

Известно, что традиционная технология сева хлопчатника по гладкому полю наиболее простая и малозатратная. Однако она более чувствительна к изменениям погоды. При посеве хлопчатника на гладком поле при обильных дождях происходит затопление семенного ложа, что приводит к снижению всхожести семян и образованию корок [1]. В настоящее время широко рас-

пространяется гребневая технология посева пропашных культур [2]. При гребневом посеве создаются благоприятные водные и температурные условия для быстрого и полного всхода семян хлопчатника. Для посева хлопчатника в основном производят нарезку гребней осенью. При этом нарезанные осенью гребни теряют перед посевом (весной) свою форму, что требует дополнительной операции по их восстановлению. Поэтому формирование гребней одновременно с посевом является необходимой задачей. Цель исследования – обоснование формы гребней и параметров формовщика гребней к хлопковой сеялке.

Основная часть

Предложенная технология осуществляется следующим образом (рисунок 1): рыхлители 1 в виде полустрельчатой лапы подрезают сорные растения и крошат почву, их почвосдвигающие пластины, перемещая почву в сторону средней части гребня, присыпают стенки гребня разрыхленной почвой. Затем формовщик 2 формирует и уплотняет гребень, после чего, идущий вслед за ним полозовидный сошник 3, открывает бороздку посередине гребня, а уплотнитель 4 уплотняет ее дно. Каточек 5 после высева семян частично вдавливают их в почву. Загортачи 6 заделывают семена на установленную глубину, а каток 7 с коническим ободом уплотняет почву.

В зависимости от условий работы рыхлители могут быть выполнены в виде односторонней плоскорежущей лапы, полустрельчатой лапы или бороздореза-отвальщика.

Рыхлители 1 с крыльями закрепляются, а формовщик с помощью параллелограммного механизма навешивается к раме сеялки.

Одним из основных требований к параметрам гребня является возможность защитить семенное ложе от затопления дождевыми потоками и от коркообразования. Как известно, при формировании гребней боковые стенки осыпаются под углом естественного откоса. Следовательно, при осыпании почвы образуется грядка, по форме напоминающая равнобокий треугольник. Однако для работы рабочих органов сеялок на вершине такого гребня необходимо иметь площадку шириной 160–170 мм [1]. Для этого приходится срезать его вершину, после чего такой гребень перед посевом превращается в равнобокую трапецию (рисунок 2), форму, которую принимаем за основу для проведения последующих расчетов.

Исследования по совершенствованию технологий подготовки почвы к посеву пропашных культур на гребнях, созданию машин для формирования гребней, обоснованию конструкций и параметров их рабочих органов проводились Г. М. Рудаковым, А. Г. Понамаревым, В. И. Курдюмовым и Е. С. Зыкиным, Ф. М. Маматовым и У. Х. Кадиловым, Х. Г. Абдулхаевым и др. [1–7].

Г. М. Рудаковым и А. Г. Понамаревым обоснованы параметры грядоделателя для посева хлопчатника на гребнях. В. И. Курдюмовым и Е. С. Зыкиным обоснованы технология и средства

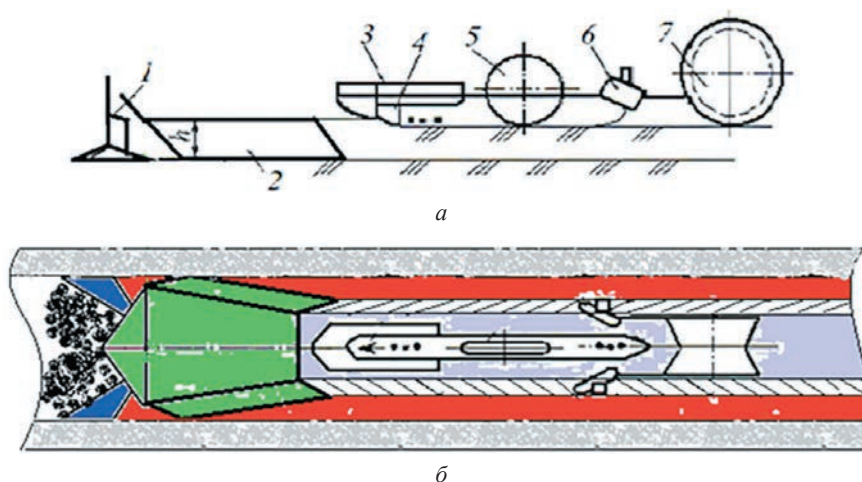


Рисунок 1 – Технология посева с одновременным формированием гребней:
а – вид сбоку; б – вид сверху; 1 – полустрельчатая лапа с почвосдвигающей пластиной; 2 – формовщик;
3 – сошник сеялки; 4 – уплотнитель; 5 – каточек; 6 – загортач; 7 – конический каток

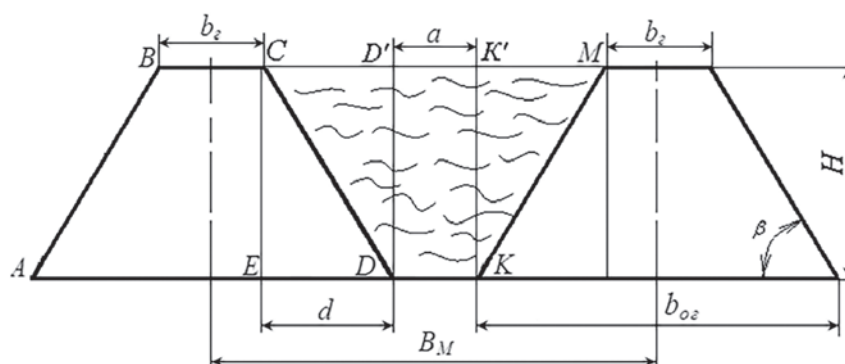


Рисунок 2 – Схема к определению параметров гребня

механизации гребневого возделывания пропашных культур для условий Российской Федерации. Ф. М. Маматовым и У. Х. Кадиловым разработана технология подготовки почвы к посеву картофеля на гребнях. Ф. М. Маматовым и Б. Мирзаевым [8, 9] рассмотрены вопросы противоэрозийной обработки почвы перед посевом пропашных культур. Исследования Х. Г. Абдулхаева направлены на разработку орудия для рыхления гребней и уничтожения сорной растительности, а также образования мульчирующего слоя на их поверхности. Все эти исследования были направлены на усовершенствование традиционных технологий и технических средств для подготовки почвы к посеву технических культур, в том числе хлопчатника, что не удовлетворяет современным требованиям сельскохозяйственного производства. В данных исследованиях не рассмотрены вопросы формирования гребней и посева хлопчатника за один проход агрегата. Приведенные недостатки могут быть устранены путем разработки формовщика гребней к хлопковой сеялке, осуществляющего формирование гребней и посев хлопчатника за один проход агрегата.

Для определения минимально допустимых параметров сформированных гребней исходим из условия, чтобы их не заливали дождевые потоки. Из рисунка 2 видно, что для обеспечения защиты семенного ложа от затопления площадь поперечного сечения бороздки междурядий S_{CDKM} должна быть больше площади поперечного сечения осадков в междурядья за сутки ($Q_c B_M$).

С учетом вышеизложенного, параметры гребня определяли, исходя из условия попадания в бороздку междурядий выпавших суточных осадков

$$H_1 = \frac{1}{2K_y} [(B_M - b_r) \operatorname{tg} \beta - \sqrt{[(B_M - b_r) \operatorname{tg} \beta]^2 - 4Q_c B_M \operatorname{tg} \beta}] + h; \quad (1)$$

$$b_{ог} = 2H_1 \operatorname{ctg} \beta + b_r; \quad (2)$$

$$S_r = (B_M - b_{ог})H_1 + H_1^2 \operatorname{ctg} \beta, \quad (3)$$

где H_1 – минимально допустимая высота гребня; Q_c – количество осадков, выпавших за сутки; β – угол естественного откоса; B_M – ширина междурядьев; b_r – ширина вершины гребня; K_y – коэффициент, учитывающий усадку почвы; h – высота неровностей поверхности поля; S_r – площадь поперечного сечения бороздки.

Выполненные расчеты по выражениям (1) – (3) при $Q_c = 34$ мм, $b_r = 160$ мм, $h = 36$ мм, $K_y = 0,90$ и $\beta = 36^\circ$ [10] показали, что минимально допустимая высота гребня h_1 должна быть не менее 100 мм; допустимая ширина нижнего основания гребня $b_{ог}$ – не менее 435 мм; допустимая площадь поперечного сечения бороздки S_r – не менее 306 см² при $B_M = 900$ мм и 204 см² при $B_M = 600$ мм.

Форма и параметры гребня являются основой для определения параметров формовщика. Основными параметрами формовщика являются ширина входной B_{ϕ} и выходной b_{ϕ} кромки полоза формовщика, угол установки боковых отвалов к направлению движения α и к горизонтальной плоскости β_y , длина полоза L .

Оптимальный угол установки α боковых отвалов к направлению движения определялся из условия обеспечения свободного скольжения и уплотнения почвы отвалами, т. е. $\alpha \leq (\pi/4 - \phi/2)$,

где φ – максимальный угол трения почвы по отвалу. При известном значении $\varphi = 30^\circ$ получим $\alpha \leq 30^\circ$.

Для определения длины и ширины входной кромки полоза формовщика получены следующие выражения:

$$L = \frac{1}{2} (B_p - b_{ог}) \operatorname{ctg} \alpha, \quad (4)$$

$$B_{\phi} = 2L \operatorname{tg} \alpha + b_r. \quad (5)$$

Подставив в формулы (4) и (5) значения $B_p = 554$ мм, $b_r = 160$ мм, $b_{ог} = 435$ мм и $\alpha = 14\text{--}16^\circ$, получим, что длина полоза формовщика должна быть в пределах $L = 183\text{--}238,9$ мм, а ширина входной кромки формовщика $B_{\phi} = 292\text{--}334$ мм.

Угол наклона боковых граней к горизонтали определялся при условии исключения осыпания почвы гребня по следующему известному выражению: $\beta_y \leq \beta$, где β – угол естественного откоса.

Так, чтобы устранить осыпание боковых граней гребня, необходимо располагать боковые отвалы формовщика под углом $\beta_y = 42\text{--}45^\circ$ к горизонтальной плоскости поля.

Высоту отвала h принимаем равным минимально допустимой высоте гребня, $h = H_1 = 100$ мм.

При работе козырек формовщика, воздействуя на почву, производит ее деформацию (рисунок 1). Угол установки α_1 козырька определим из условия обеспечения скольжения почвы по нему:

$$\alpha_1 \leq \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}. \quad (6)$$

Подставляя в это выражение известное значение $\varphi = 25\text{--}30^\circ$, получим $\alpha_1 = 30\text{--}34^\circ$.

Высоту отвала h принимаем равной минимально допустимой высоте гребня H_1 . Тогда $h = 100$ мм.

Для проверки результатов теоретических исследований, а также для изучения влияния различных факторов на качество формирования гребней нами был изготовлен опытный образец формовщика к хлопковой сеялке и проведены его сравнительные лабораторно-полевые исследования. Опыты проводились в следующих вариантах: посев хлопчатника по гладкому полю (контроль); посев на гребнях, сформированных одновременно с посевом хлопчатника.

В результате исследований было установлено, что при посеве формовщик обеспечивает формирование гребней с требуемыми параметрами: высота гребней составляла 10,1–10,7 см, а после заделки семян загортачами и прикаткой – 12,0–13,0 см. Наблюдения показали, что при посеве на гребнях устраняется попадание дождевого потока в семенное ложе. В результате чего ускоряется появление всходов и развитие растений, исключаются пере-seвы хлопчатника [11, 12].

При предложенном способе посева соблюдены благоприятные температурные, водные и воздушные условия. Посев хлопчатника на гребнях (по сравнению с посевом по гладкому полю) обеспечил оптимальную температуру почвы в начале апреля на глубине 4,0–5,0 см в пределах 12–14 °С при влажности почвы 12–13 % и плотности почвы в пределах 1,04–1,16 г/см³, что способствовало хорошему развитию растений. В результате применения предложенной технологии с разработанной сеялкой количество всходов растений увеличивается на 17,8 %, а урожайность хлопчатника – на 9,9 % по сравнению с хлопчатником, посеянным на ровном поле.

Заключение

При выполнении формы гребня в виде равнобокой трапеции и соответственно с высотой и шириной поверхности гребня не менее 100 и 160 мм обеспечивается защита семенного ложа от затопления дождевыми потоками. При выполнении входной кромки формовщика шириной 290–320 мм, выходной кромки 160 мм, угла наклона бокового отвала к направлению движения 20°, длины полоза формовщика 203–215 мм, высоты бокового отвала 100 мм и угла установки бокового отвала к горизонту 42–45° обеспечивается качественное выполнение технологического процесса формирования гребней.

При посеве семян хлопчатника на гребнях с одновременным формированием гребня количество всходов растений увеличивается на 17,8 %, а урожайность хлопчатника повышается по сравнению с гладким способом посева на 9,9 %. Это дает основание предполагать, что данная технология может применяться для посева хлопчатника, что подтверждено результатами экспериментальных исследований.

Список использованных источников

1. Рудаков, Г. М. Технологические основы механизации сева хлопчатника / Г. М. Рудаков. – Ташкент : Фан, 1974. – 284 с.
2. Пономарев, Е. И. Обоснование параметров рабочих органов для формовки гребней и грядок под посев хлопчатника : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Пономарев Евгений Иванович ; Среднеаз. НИИ механизации и электрификации сел. хоз-ва. – Ташкент : Янгиуль, 1985. – 16 с.
3. Курдюмов, В. И. Технология и средства механизации гребневого возделывания пропашных культур : монография / В. И. Курдюмов, Е. С. Зыкин. – Ульяновск : Вега-МЦ, 2017. – 320 с.
4. Курдюмов, В. И. Энергосберегающая технология посева пропашных культур / В. И. Курдюмов, Е. С. Зыкин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 1. – С. 7–8.
5. Energy-resource saving machine for preparing soil for planting root crops on ridges / F. M. Mamatov, U. Kodirov // European Science Review. – Vienna, 2016. – № 11–12. – С. 125–126.
6. Обоснование параметров ножей выравнивателя-рыхлителя / Х. Г. Абдулхаев, М. М. Халилов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2019. – № 13 (3). – С. 44–47. – URL: <https://www.vimsmit.com/jour/article/view/334> (дата обращения: 05.09.2025).
7. Abdulkhaev Kh. G. About field tests on implement for presowing cultivation of ridges // European Applied sciences – Stuttgart, 2015, № 6. – P. 54–55.
8. Mirzaev, B. A justification of broach-plow's parameters of the ridge-stepped ploughing. E3S Web of Conferences / B. Mirzaev, F. Mamatov, O. Tursunov. – 2019. – DOI: 10.1051/e3sconf/20199705035 (date of access: 10.09.2025).
9. Technologies and technical means for anti-erosion differentiated soil treatment system. E3S Web of Conferences / B. Mirzaev, F. Mamatov, I. Avazov, S. Mardonov. – 2019. – DOI: 10.1051/e3sconf/20199705036 (date of access: 11.09.2025).
10. Ахмеджанов, М. Уплотнение валиков / М. Ахмеджанов, Т. Авазгудиев // Земледелие. – М., 1982. – № 7. – С. 7–8.
11. Утепбергенов, Б. К. Обоснование оптимальных параметров грядок для сева хлопчатника на их гребни / Б. К. Утепбергенов, П. Т. Бердимуратов, Д. К. Жумамуратов // Вестник Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистон. – Нукус, 2017. – № 1 (246). – С. 34–36.
12. Berdimuratov, P. T. Improving the combing technology and tool for sowing the cotton / P. T. Berdimuratov, F. M. Mamatov // European science review. – Austria, 2018. – № 1. – P. 237–239.