

Э. Т. Фармонов¹, А. К. Игамбердиев¹, Н. Д. Лепёшкин²

¹НИУ «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»
г. Ташкент, Узбекистан

E-mail: Erkinfarmonov2009@mail.ru, asqar1959@mail.ru

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь

ПОДГОТОВКА К ПОСЕВУ УЧАСТКОВ ТВЕРДЫХ ПОЧВ В ПУСТЫННЫХ И ПОЛУПУСТЫННЫХ РАЙОНАХ УЗБЕКИСТАНА

Аннотация. В статье показана недостаточная продуктивность пустынных пастбищ для развития животноводства. Для повышения продуктивности пастбищ путем подсева семян пустынных кормовых растений предложена универсальная сеялка, обеспечивающая посев семян с одновременной полосовой обработкой почвы шириной и глубиной 10–12 см. Обоснованы параметры клиновидного рыхлителя.

Ключевые слова: пустыня, пастбища, пустынные растения, семена, животноводство, сеялка, полосовой посев, урожайность.

E. T. Farmonov¹, A. K. Igamberdiyev¹, N. D. Lepeshkin²

¹NRU “Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers”
Tashkent, Uzbekistan

E-mail: Erkinfarmonov2009@mail.ru, asqar1959@mail.ru

²RUE “SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization”
Minsk, Republic of Belarus

PREPARATION FOR SOWING AREAS OF SOLID SOILS IN THE DESERT AND SEMI-DESERT AREAS OF UZBEKISTAN

Abstract. The article shows the insufficient productivity of desert pastures for the development of livestock farming. To increase the productivity of pastures by sowing seeds of desert forage plants, a universal seeder is proposed that provides seed sowing with simultaneous strip tillage of the soil 10–12 cm wide and deep. The parameters of the wedge-shaped ripper are justified.

Keywords: include desert, pastures, desert plants, seeds, livestock, seeder, strip seeding, yield.

Введение

Подготовка почвы к посеву является чрезвычайно важной задачей, так как пустынные и полупустынные зоны Узбекистана имеют плотные, твердые и каменистые почвы. Повышение продуктивности этих территорий предполагает посев семян пустынных кормовых растений и улучшение эколого-мелиоративных условий. Для посева на пустынных и полупустынных территориях семян пустынных кормовых растений, таких как саксаул и черкез, созданы инновационные технологии (рис. 1) [1].

Основная часть

Способ обработки и посев в твердые или плотные почвы состоит из следующих операций, выполняемых за один технологический прием: очистка поверхности почвы от растений лемехом; постепенное выравнивание семенного ряда режущими ножами и одновременно создание мягкого слоя, формирование нижнего крупнозернистого размягченного слоя и мелкозернистого верхнего слоя на глубине, равной глубине обработки; уплотнение почвы катком, продельвание неглубокой борозды в верхнем слое почвы на глубину, равную глубине посева семян; смешивание семян с почвой для хорошего контакта с почвой и уплотнение их после посева.

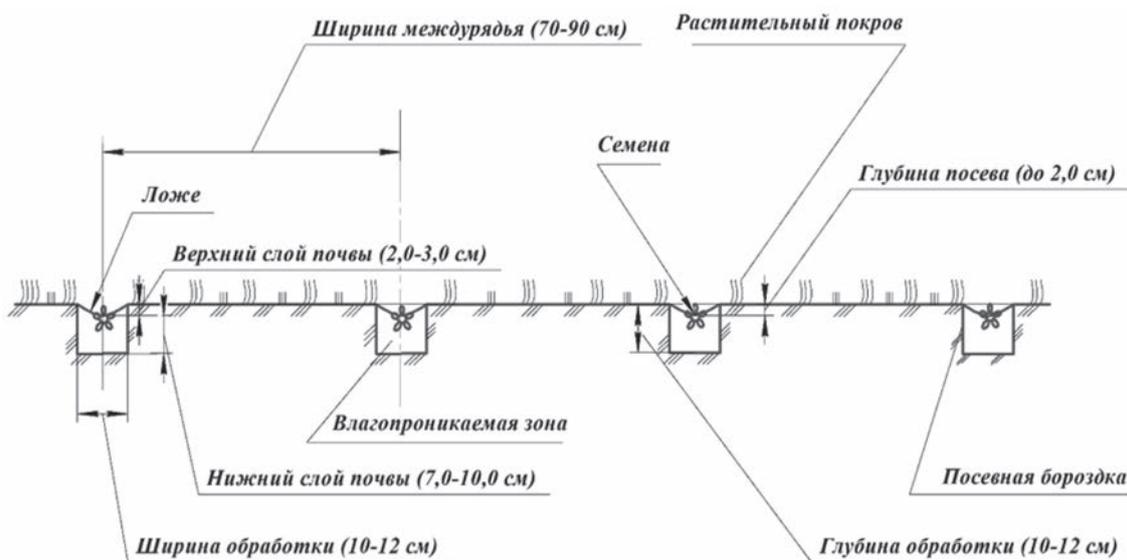


Рис. 1. Способ обработки и посев семян в плотную и твердую почву пустынной зоны

Устройство, осуществляющее обработку почвы и посев семян, работает следующим образом (рис. 2).

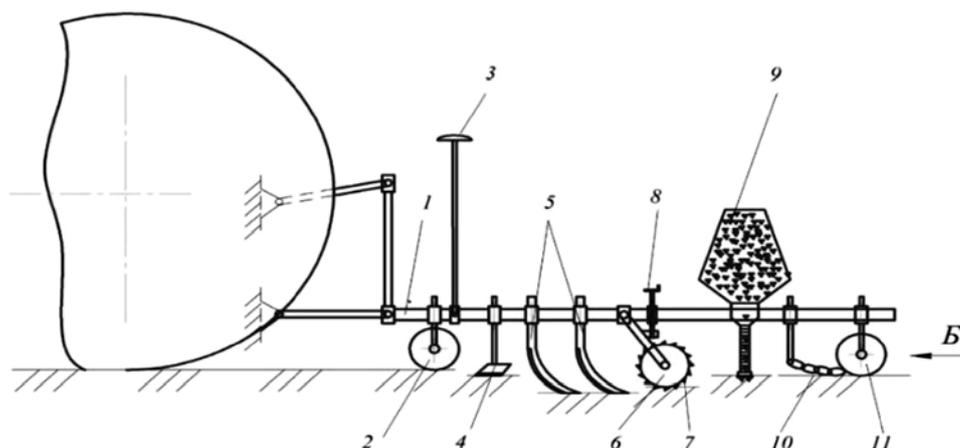


Рис. 2. Схема устройства для осуществления посева семян в плотные и твердые почвы пустынного пастбища

Движением лезвий лемеха 4 растительные остатки срезают с поверхности почвы полосами шириной до 10–12 см и глубиной 1 см и перемещают их на необработанный участок пастбища. Для обработки почвы на расчищенных дорожках устраивают три ряда режущих ножей 5, почву измельчают на глубину 10–12 см, а затем прикатывают верхний слой почвы бороздообразующими катками 6. Гибкая установка режущих ножей 5 в направлении наклонного движения в сторону обрабатываемой почвы обеспечивает значительное снижение тягового сопротивления в технологическом процессе обработки твердых, плотных пастбищных почв [1, 2].

По агротехническим требованиям семена пустынных кормовых растений высевают в пустынные почвы в зимние месяцы с начала декабря до конца января, а иногда и до ранней весны в зависимости от количества осадков.

При использовании рекомендуемого метода размягчение почвы на 10–12 см обеспечивает проникновение влаги осадков в осенне-зимний период. В результате в условиях пустыни обеспечивается хорошая всхожесть рассады во влажной почве в семенном ряду, а значит, улучшается качество посева. Кроме того, молодые саженцы обеспечиваются влагой в жаркий летне-осенний период пустыни.

За счет того, что треугольные зубья 7 прикреплены к поверхности мелкобороздчатых катков 6 в шахматном порядке, верхний внутренний слой почвы измельчается и образуется мелкозернистый слой почвы глубиной 2–3 см, равной глубине заделки семян. Эта глубина регулируется с помощью механизма регулировки 8. Формирование неглубоких борозд – важная агротехническая операция, обеспечивающая накопление влаги, равномерное прорастание и рост семян. Сеялка навесная обеспечивает посев в подготовленные неглубокие бороздки семян, которые заделывают в почву с помощью цепной или легкой зубчатой бороны 10, и верхний слой почвы уплотняется уплотнителем 11.

В рекомендуемом технологическом процессе предусматривается посев семян пустынных пастбищных растений в хорошо подготовленную почву. Результатом научных исследований по технологии рыхления почвы на определенном расстоянии и параметрам рабочих органов, выполняющих его при посеве семян пустынных пастбищных кормовых растений, явилось создание нового дугообразного ножа-рыхлителя. Создана новая конструкция рабочего органа, приспособленная к подготовке почвы с ростом посторонних растений и их остатков для качественного посева на уровне агротехнических требований [2, 3]. Предполагается, что конструкция рабочего органа вырезана из сектора, равного $\frac{1}{4}$ плоского диска, или имеет форму логарифмической спирали (рис. 3).

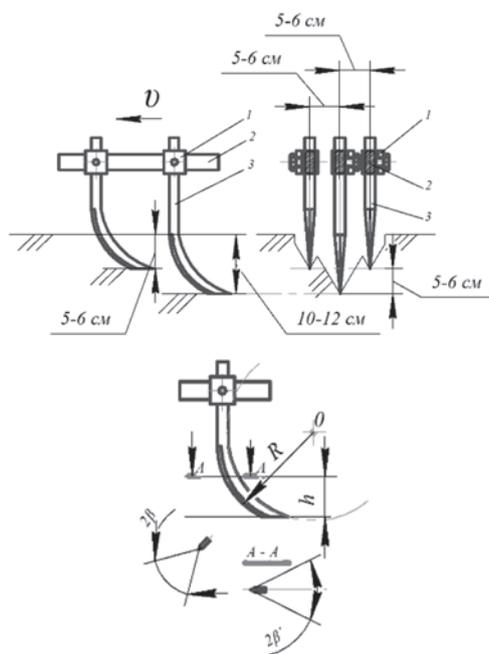


Рис. 3. Схема нового рабочего органа, размягчающего почву, в форме дугообразного ножа:
1 – замок; 2 – грядил; 3 – дугообразный нож

Рекомендуемая технология и рабочие органы в форме дугообразного ножа обеспечивают качественное размягчение почвы с растениями и их остатками шириной до 10–12 см и глубиной 10–12 см.

Крепление рабочих органов к грядиле с помощью замка позволяет регулировать их работу с почвой на заданную глубину и ширину обработки. Дугообразное лезвие своим заточенным лезвием легко скользит по почве и в процессе обработки превращает ее в качественно измельченную (рис. 3).

Согласно требованиям агротехники, на поперечном сечении травяного поля рабочие органы располагаются в ряд на расстоянии 5–6 см с обеих сторон (рис. 3). Рабочие органы по посеву семян кормовых пустынных растений для подготовки устанавливаются в 2 ряда по глубине и ширине обработки. Удобство конструктивной формы рабочих органов обеспечивает их быструю работу и позволяет разместить на сетке два ряда.

Лезвие должно быть достаточно прочным, чтобы избежать поломки, но при этом обеспечивать эффективное срезание растений и их остатков. Если не удастся срезать почвенный слой, то не

удастся срезать растения и их остатки. Чтобы не создавать препятствий, растения и остатки должны иметь возможность скользить по лезвию.

Следовательно, условие скольжения должно быть:

$$\gamma < 90^\circ - \max(\varphi_c, \varphi_n), \quad (1)$$

где φ_c – угол внешнего трения травянистой почвы, град; φ_n – угол внешнего трения растений, град.

Учитывая, что рабочий орган в форме изогнутого ножа скользит, разрезает или измельчает травянистую твердую почву, за приемлемый критерий можно принять количество сорняков, проходящих через его лезвие. Для этого примем, что часть ножа, равная глубине размягчения, имеет вид заточенного ножа, движущегося под углом γ .

Будем считать, что лезвие ножа AB движется со скоростью v (рис. 4). Первоначально инородное тело растения движется из точки A на лезвии в направлении силы R и скользит вдоль лезвия до выхода в точке B_1 (если оно не защемлено).

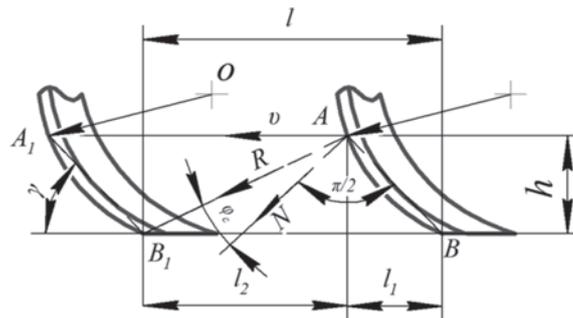


Рис. 4. Схема определения оптимального угла погружения отвала в почву

Пусть лезвие преодолет за этот период расстояние l . В этом случае:

$$l = l_1 + l_2; \quad l_1 = h_{\text{рых}} \operatorname{ctg} \gamma; \quad l_2 = h_{\text{рых}} \operatorname{tg}(\gamma + \varphi_c).$$

Если $\cos(\gamma + \varphi_c) = \sin \gamma$, учитывая, что $\cos(\gamma + \varphi_c) = \cos(90 - \varphi_c)$, или $\gamma + \varphi_c = \pi/2 - \gamma$, тогда

$$\gamma = \left[\frac{\frac{\pi}{2} - \max(\varphi_c; \varphi_n)}{2} \right]. \quad (2)$$

С учетом (2), максимальных значений углов внешнего трения φ_c и φ_n соответственно ($\varphi_c \approx 29-33^\circ$), ($\varphi_n \approx 20-36^\circ$) [3, 4, 5], средний угол погружения лопасти в почву $\gamma = 29-31^\circ$ находится в диапазоне величин. Радиус кривизны сектора ножа определяем исходя из угла погружения в грунт по схеме (рис. 5):

$$R = \frac{h_{\text{рых}}}{\operatorname{tg} \gamma \cdot \sin(\pi - \gamma - \varphi_{\text{общ}})}, \quad (3)$$

где $h_{\text{рых}}$ – глубина погружения ножа в почву, см; $\varphi_{\text{общ}}$ – обобщенная величина внешних углов трения почвы и растения.

Выражение (3) означает зависимость радиуса кривизны сектора ножа от глубины и угла погружения в грунт. Из графического анализа можно определить, что глубина погружения ножа в почву оказывает существенное влияние на радиус кривизны, а угол трения влияет мало (рис. 5).

При значениях глубины погружения рабочего органа в почву $h_{\text{рых}} = 8$ см, среднего угла внешнего трения $\varphi_{\text{общ}} = 30^\circ$ и среднего угла погружения в почву $\gamma = 30^\circ$ радиус кривизны сектора оказывается равным $R = 158$ мм.

Угол заточки лезвия дугообразного ножа с оптимальным углом вхождения в почву при продолжении движения по направлению v на участке $A-A$ равен β' (рис. 3).

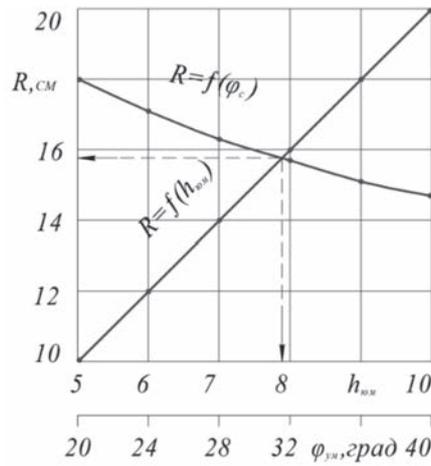


Рис. 5. График зависимости радиуса кривизны сектора ножа от глубины погружения в грунт и угла трения

При скользящем резании лезвием ножа условия $\xi > \varphi_c$ или $N_m > F_{\max}$ характеризуют то, что сила трения достигла максимального значения, но не может уравновесить составляющую нормального давления N_m . Поэтому скольжение частицы грунта в точке m по лезвию ножа происходит под действием сил $N_m - F_{\max}$. В связи с этим на частицу почвы в точке m одновременно действуют силы N_v и $N_m - F_{\max}$ или N и F_{\max} .

Частица грунта продолжает растрескиваться под действием силы R до тех пор, пока не достигнет предела прочности. Следует отметить, что чем больше значение угла ξ , тем выше степень проскользывания частицы почвы. Если с лезвия ножа срезать почву или ствол чужеродного растения, то шейка ножа будет иметь состояния $\xi < \varphi_c$ или $\xi = \varphi_c$ [6]. Так, при резке лезвием основную роль при разрезании почвы или тела растения играет острота лезвия, а его шейка играет вспомогательную роль (рис. 6).

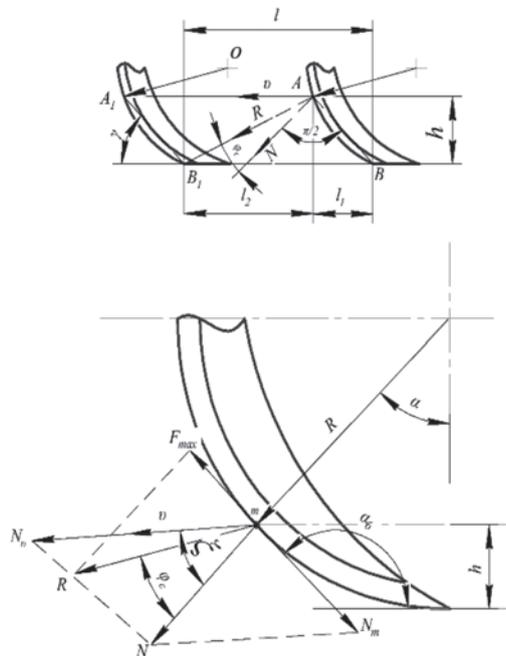


Рис. 6. Схема определения оптимального угла погружения дугообразного лезвия в почву

Эксперименты показывают, что качество резания материала лучше при скользящей резке режущими ножами (почва меньше деформируется и имеет чистую режущую поверхность) [7]. При-

чин этому несколько: во-первых, при скользящем резании ограниченная поверхность травянистой почвы контактирует с лезвием ножа и происходит распиливание; во-вторых, при скользящем резании лезвие погружается в срез под углом, равным эффективному (преобразованному) углу заточки $2\beta\beta'$, меньшему фактического угла $2\beta\beta$ (рис. 6); в-третьих, при скользящем резании сопротивление резанию низкое из-за уменьшения эффективной длины лезвия. В процессе скользящего резания угол заточки меняет свое значение относительно направления резания, то есть наклон лезвия или угол скольжения относительно уменьшаются. Преобразованный эффективный угол заточки $2\beta\beta'$ тесно связан с углом заточки лезвия $2\beta\beta$ и углом резания α [5, 7].

На основании приведенной ранее информации, если предположить, что длина l заточенной шейки лезвия ножа находится в пределах 6–8 мм, а толщина в среднем 6 мм, то

$$\sin\beta = \frac{\delta}{l}; \beta = \arcsin \frac{\delta}{l}. \quad (4)$$

При значении $l = 6\text{--}8$ мм, $\beta = 22\text{--}30^\circ$

$$\text{tg}\beta = \text{tg}\beta \cdot \sin\gamma. \quad (5)$$

С учетом выражения (4) при значениях $\beta = 22\text{--}30^\circ$ $\beta' = 10\text{--}14^\circ$.

Видно, что конструктивный угол заточки клинка в среднем составляет $2\beta = 52^\circ$, а значение толщины $S_{\text{п}} = 6$ мм является приемлемым.

Заключение

1. Угол погружения ножа рыхлителя в почву обеспечивает малую силу трения и сопротивление сжатию почвы и растений при среднем значении $\gamma = 29\text{--}31^\circ$.

2. Обеспечивается низкое удельное давление лезвия ножа по длине, как следствие, обеспечивается низкое сопротивление резанию.

3. Считается, что конструктивный угол заточки клинка в среднем $2\beta = 52^\circ$, толщина $S_{\text{п}} = 6$ мм приемлемы.

4. При угле погружения ножа рыхлителя в почву $h_{\text{рых}} = 8$ см, при значении угла внешнего трения $\varphi_{\text{общ}} = 30^\circ$ и среднего угла погружения в почву $\gamma = 30^\circ$ приемлемый радиус кривизны сектора равен $R = 158$ мм.

Список использованных источников

1. Патент республики Узбекистан № FAP 01678 Способ обработки почвы и посева семян в аридных пастбищах и устройство для его осуществления / Э. Т. Фармонов, А. К. Игамбердиев, Ф. Э. Фармонова // Официальный бюллетень. – 2021. – № 9.
2. Инновационная технология улучшения гипсовых, подгорных и передгорных пастбищ / Э. Т. Фармонов [и др.] // Вестник аграрной науки Узбекистана. – 2019. – № 3. – С.174–178.
3. Игамбердиев, А. К. Обоснование параметров рабочего органа для рыхления почвы при посеве семян пастбищных и пустынных растений / А. К. Игамбердиев, Э. Т. Фармонов // Ирригация и мелиорация. – 2019. – Спецвыпуск. – С. 100–106.
4. Игамбердиев, А. К. Обоснование конструктивных параметров влагосберегающего и адаптированного к междурядьям хлопчатника сошника / А. К. Игамбердиев, С. Солижонов // Ирригация и мелиорация. – 2015. – № 2. – С. 49–53.
5. Пильненко, А. К. Кинематическая трансформация угла заточки лезвия дискового ножа / А. К. Пильненко // Межвузовский сборник «Наукові нотатки». – Луцьк, 2012. – Вып. 39. – С. 159–162.
6. Игамбердиев, А. К. Научно-техническое решение механизированного посева озимой пшеницы в междурядья хлопчатника: автореф. дисс. ... докт. техн. наук / А. К. Игамбердиев ; ТИҚХММИ. – Ташкент, 2018. – 60 с.
7. Резник, Н. Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов / Н. Е. Резник. – Москва: Машиностроение, 1975. – 311 с.