

Универсальная рама рыхлителя плужного типа для гладкой пахоты

М.М. Константинов, д.т.н., профессор, Оренбургский ГАУ; Б.Н. Нуралин, д.т.н., профессор, С.В. Олейников, к.т.н., профессор, А. Ерболат, магистрант, Западно-Казахстанский АТУ

Ресурсосберегающее земледелие предусматривает совершенствование почвообрабатывающей техники и повышение её эффективности [1–5]. Разработанный рыхлитель плужного типа для гладкой пахоты, предназначенный для глубокого рыхления почвы без оборота пласта, сочетающий в себе преимущества плужного типа орудия и рыхлительной технологии, исключает блокированное резание почвы между стойками и образование почвенных глыб, снижает металлоёмкость и количество холостых пробегов на разворотах пахотного агрегата в концах поля. Рыхлитель обеспечивает защиту почвы от ветровой эрозии и испарения влаги.

Предлагаемая рама рыхлителя универсальна. Схема размещения различных рабочих органов приведена на рисунке 1. Рабочий брус с помощью гидравлического механизма перевода 6 может быть установлен в положения для работы в право- и левооборачивающем режиме, в зависимости от направления движения агрегата. Ограничение угла поворота и фиксация рамы в рабочем положении осуществляется двумя растяжками – 4 и 5. На основном рабочем бруске в стакане 17 (рис. 2) шарнирно закреплена стойка рабочего органа 15, имеющая продольное отверстие, через которое проходит вертикальная ось рабочего органа рыхлителя 16. Такая конструкция позволяет осуществлять поворот стойки 15 и корпуса 13 на различные углы. Стойка, оставаясь при любом режиме движения рыхлителя параллельной ходу движения орудия, поворачивается на угол, равный углу поворота основного грузового бруса 2.

Этот угол будет зависеть от основных технологических параметров рабочего органа, которые, в свою очередь, обуславливаются качественными показателями обработки, видом и состоянием почвы. Башмак (корпус рыхлителя) 13 жёстко соединён с осью 16. На башмак с помощью спецболтов крепятся два лемеха 14. Основные технологические параметры лемеха приняты по аналогии с плужным, но конструктивно они несколько отличаются от стандартных конструкций оголовника. Стойка в верхней части вращается в двух подшипниках: нижнем – скольжения и верхнем – качения.

Вращение стойки обеспечивается посредством зубчато-реечного механизма, через шестерню 18, помещённую в редуктор 9, с помощью зубчатой рейки 7. Для поворота башмака применяется также зубчато-реечный механизм, аналогичный первому и собранный в том же редукторе. Перемещение реек обеспечивают два гидроцилиндра – 10 и 11. Перевод рабочего бруса рамы из одного положения в другое положение осуществляется также гидроцилиндром 6 с помощью кривошипа. Стабилизацию хода рабочих органов орудия по глубине осуществляют опорными колёсами флюгерного типа 12 с механизмом регулировки глубины обработки.

Рыхлитель плужного типа работает следующим образом. При движении пахотного агрегата в направлении прямого хода вспаханное поле находится справа по ходу движения агрегата, рабочий брус рамы 2 устанавливается в правооборачивающее положение (рис. 1). В это же положение переводятся рабочие органы посредством гидроцилиндров 10 и 11. После того как пахотный агрегат дошёл до конца поля, рыхлитель выглубляется и агрегат осуществляет разворот на 180° по петлевой схеме. Одновременно рабочий брус рамы и рабочие органы переводятся гидроцилиндрами 6, 10 и 11 в левооборачивающее положение. При движении в этом направлении (обратный ход) вспаханное поле находится слева по ходу движения агрегата. Направление отвала пласта сохраняется.

Рыхлительный рабочий орган выполнен сборным. Основу составляет фигурный литой башмак с посадочными местами для двух лемехов, отверстием для крепления оси и рёбрами жёсткости, обеспечивающими прочность конструкции. Лемеха расположены под углом друг к другу в плане (рис. 3) и под углом к горизонту. Лемеха поочередно исполняют роль рыхлительного рабочего органа или полевой доски, в зависимости от направления движения

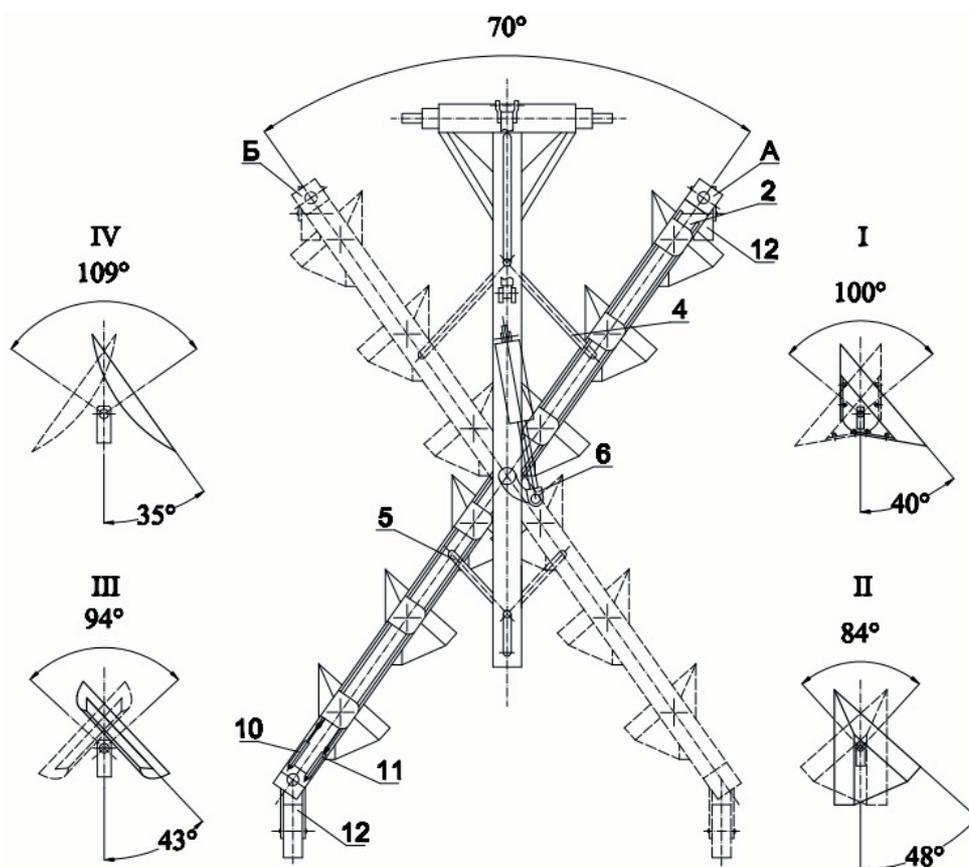


Рис. 1 – Схема поворота универсальной рамы и рабочих органов:

А – правооборачивающий режим; Б – левооборачивающий режим; I – рабочий орган рыхлительного типа с одним лемехом и двумя полевыми досками; II – рабочий орган рыхлительного типа с двумя лемехами; III – плужный рабочий орган ромбовидного типа; IV – плужный рабочий орган дискового типа

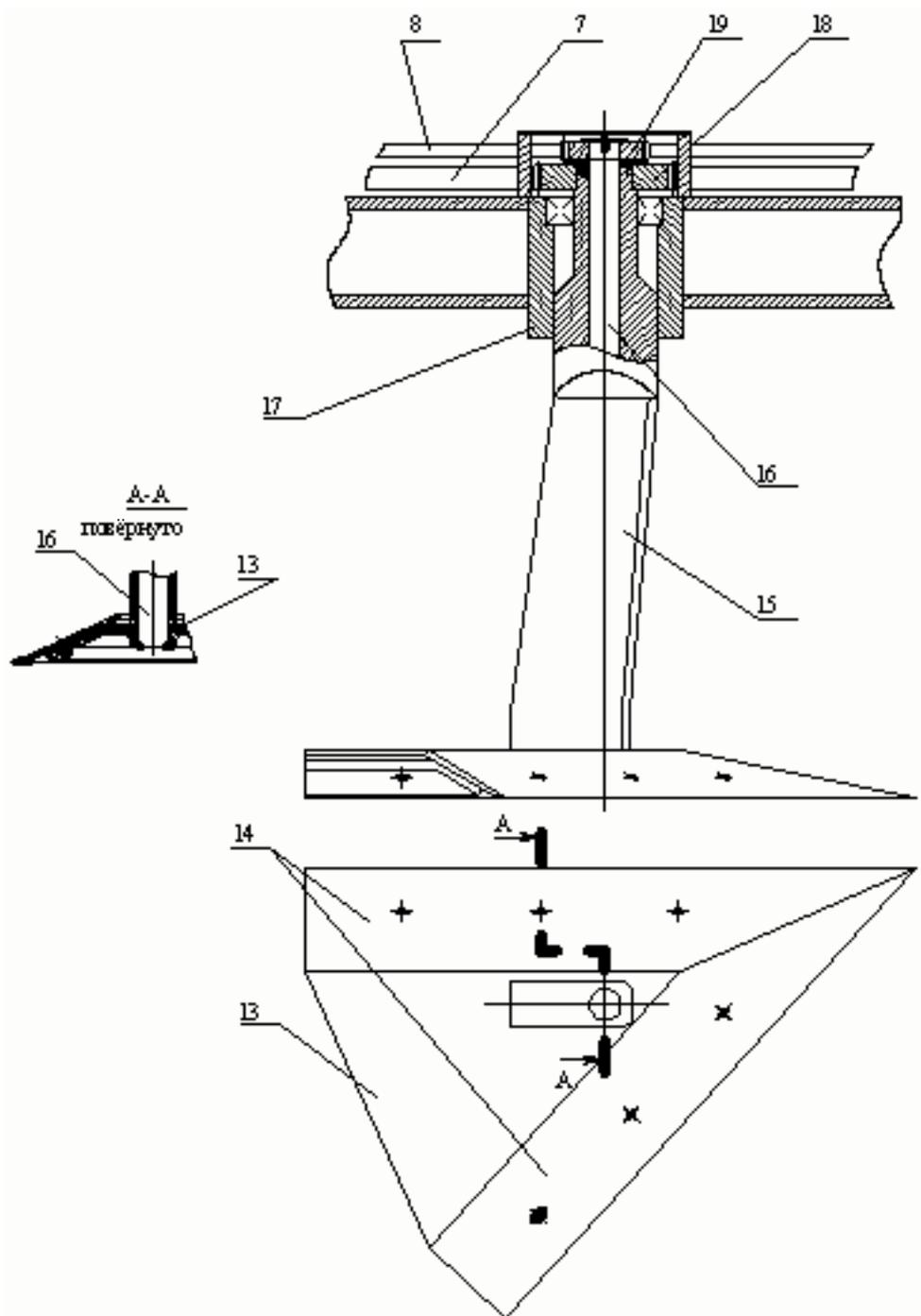


Рис. 2 – Общее устройство рабочего органа плужного рыхлителя

агрегата по отношению к полю. Точка крепления башмака к стойке выбрана таким образом, чтобы частично компенсировать боковую составляющую силы сопротивления, при этом лемех достаточно удовлетворительно обеспечивает роль «полевой доски» рабочего органа и каких-либо дополнительных стабилизирующих устройств, как показали практические опыты, не требуется.

Месторасположение точки крепления стойки и башмака определено на основе силового анализа рабочего органа неизменным, что обеспечивает незащемлённое резание пласта

и снижение тягового сопротивления орудия. Общеизвестно, что силовое воздействие почвы на рабочий орган рыхлителя можно в упрощённом виде представить продольной составляющей R_x и боковой составляющей R_y , точки приложения и их соотношение известны. Равнодействующая этих сил R_{xy} расположена под углом к продольной линии. Поскольку основная нагрузка передаётся стойке рабочего органа, то линия действия равнодействующей МК должна пройти через центр стойки L , чтобы исключить образование возможного крутящего момента и частично компенсировать боковую составляющую.

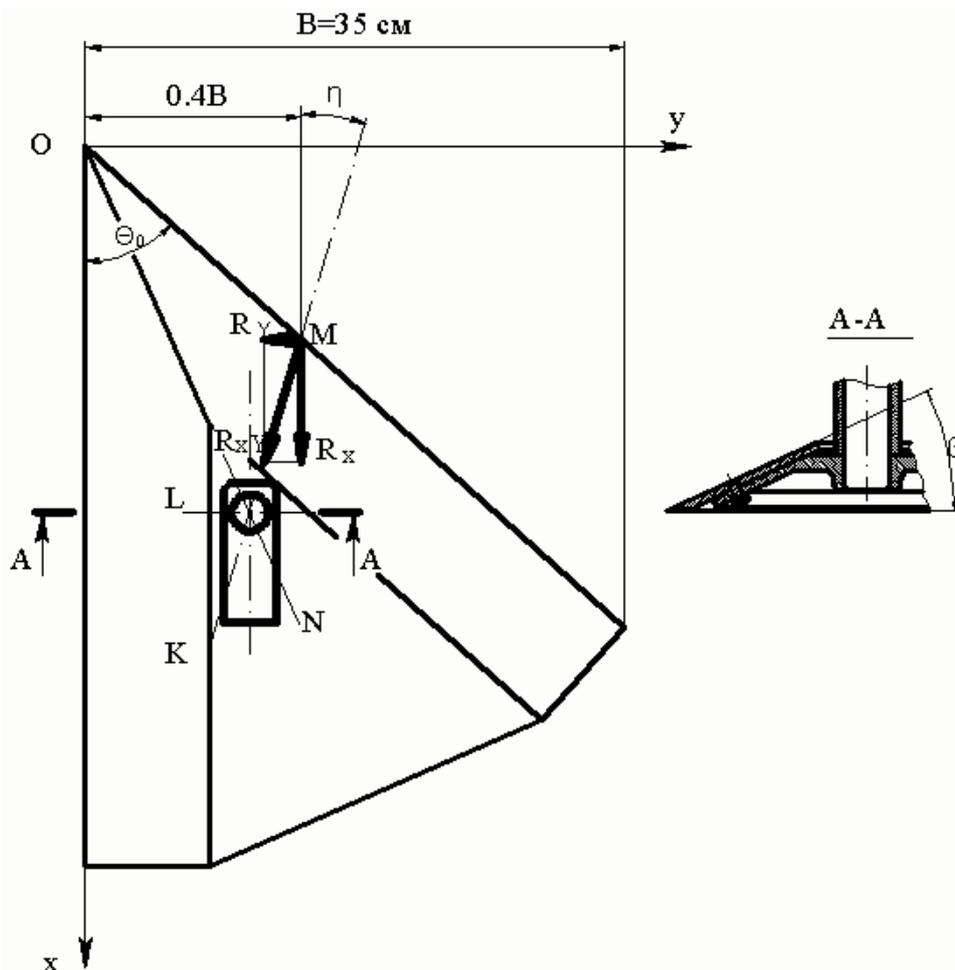


Рис. 3 – Схема к определению параметров корпуса

С другой стороны, рабочий орган должен быть симметричным, а, следовательно, центр стойки должен находиться на линии ON – биссектрисе угла θ_0 . Проводим оси координат X и Y и составляем уравнения линий ON и MK. Совместное решение этих двух уравнений даёт точку L – местоположение центра стойки. Уравнение линии ON имеет вид:

$$y = x \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta_0}{2}. \quad (1)$$

Координаты точки M будут: $x_m = \frac{0,4B}{\operatorname{tg} \theta}$;

$y_m = 0,4B$. Угол между линией MK и осью X равен $180 - \eta$. Тогда уравнение линии MK будет иметь вид:

$$y - y_m = \operatorname{tg}(180 - \eta)(x - x_m)$$

или после преобразований имеем:

$$y = x \cdot \operatorname{tg}(180 - \eta) - 0,4 \cdot B \left[\frac{\operatorname{tg}(180 - \eta)}{\operatorname{tg} \theta_0} - 1 \right]. \quad (2)$$

Решая совместно линии ON и MK, получаем геометрические координаты точки L – центра стойки:

$$x_L = 0,4B \left[\frac{1 - \frac{\operatorname{tg}(180 - \eta)}{\operatorname{tg} \theta_0}}{\operatorname{tg} \frac{\theta_0}{2} - \operatorname{tg}(180 - \eta)} \right]; \quad (3)$$

$$y_L = 0,4B \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta_0}{2} \left[\frac{1 - \frac{\operatorname{tg}(180 - \eta)}{\operatorname{tg} \theta_0}}{\operatorname{tg} \frac{\theta_0}{2} - \operatorname{tg}(180 - \eta)} \right]. \quad (4)$$

Тогда стойка подвергается только кривому изгибу и оптимальные размеры поперечного сечения стойки (ширина h , м, и толщина b , м) можно определять из условия прочности:

$$\text{ширина} \quad h = \sqrt[3]{\frac{12M \cdot \cos^2 \eta}{[\sigma] \cdot \sin \eta}}; \quad (5)$$

$$\text{толщина} \quad b = \operatorname{tg} \eta \cdot h. \quad (6)$$

Одним из способов повышения производительности пахотных агрегатов или рационального их использования является совмещение

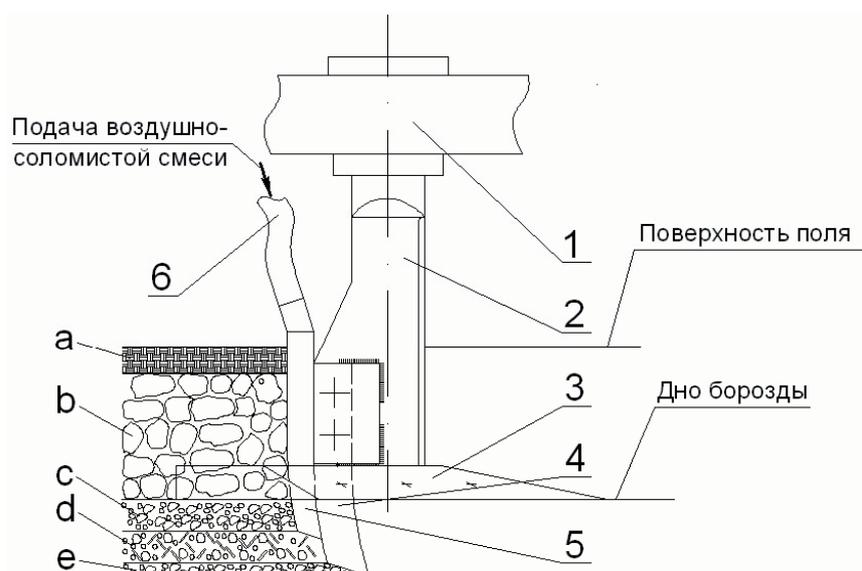


Рис. 4 – Принципиальная схема комбинированного рабочего органа:

1 – рабочий брус орудия; 2 – стойка рабочего органа; 3 – лемех рабочего органа рыхлителя; 4 – нож-щелерез; 5 – канал подвода воздушно-соломистой массы в щель; 6 – гибкий рукав подвода воздушно-соломистой массы

операций, обеспечивающих в конечном счёте повышение плодородия почвы и снижение удельных затрат на возделывание сельскохозяйственной культуры. Для универсализации разработанного нами рыхлителя предлагается орудие, сочетающее глубокое рыхление пахотного слоя с нарезанием щелей в дне борозды и одновременном внесении в щель соломистой сечки. Данная операция позволит улучшить скважность почвы на глубине 30–35 см, что будет способствовать большему накоплению влаги в осенне-весенний период.

Конструкция комбинированного рабочего органа, осуществляющего глубокое рыхление почвы по челночной схеме (рис. 4), кроме обычной стойки и рыхлительного корпуса с двумя лемехами, предусматривает нож-рыхлитель, жёстко закреплённый на стойке и обеспечивающий нарезание щели в дне борозды, полого канала подвода воздушно-соломистой массы в образованную щель.

Подача сечки осуществляется по специальным гибким звеньям за счёт потока воздуха, создаваемого с помощью устройств эжекторного типа. Технологический запас сечки определяется её нормой внесения и длиной гона.

После прохода рабочего органа названного типа почва по глубине имеет различную степень крошения и состояния. Горизонт а – верхний слой с пожнивными остатками практически остаётся ненарушенным, за исключением следа прохода стойки. Горизонт b – основной пахотный слой крошится за счёт деформации рабочим органом – лемехом. Степень крошения зависит в значительной степени от влажности почвенного горизонта. По ширине захвата рабочего органа соотношение размеров щелей горизонтов с, d

и e на порядок меньше полной ширины захвата рабочего органа.

Выводы. 1. Разработанная рама рыхлителя для гладкой вспашки предусматривает варианты установки адаптивных рабочих органов (ромбовидных, дисковых, безотвальных) и обеспечивает повышение производительности агрегата до 30%, снижая расход топлива до 20% за счёт сокращения длины холостых ходов и уменьшения тягового сопротивления, сохранения и повышения плодородия почвы, снижения металлоёмкости до 25% за счёт сокращения количества рабочих органов.

2. Рациональное совмещение основной обработки почвы с нарезанием вертикальных щелей и заполнением их соломенной сечкой обеспечивает накопление влаги в пахотном горизонте 0–30 см на 7–8% больше, чем отвальная вспашка, поверхностная и плоскорезная обработки, а урожайность сельскохозяйственных культур в степной зоне выше на 7,6–13,7 ц/га.

Литература

1. Константинов М.М., Нуралин Б.Н., Олейников С.В. Совершенствование почвообрабатывающей техники для ресурсосберегающего земледелия // Техника в сельском хозяйстве. 2011. № 2. С. 7–9.
2. Панов И.М., Панов А.И. Современные тенденции развития техники для обработки почвы // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1998. № 5. С. 32–36.
3. Патент на полезную модель RU 79005 U1. Дисковый плуг / М.М. Константинов, Б.Н. Нуралин, С.В. Олейников, А.Н. Федоров (Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам Российской Федерации) // БИ. № 35 от 20.12.2008 г.
4. Патент на изобретение KZ В 22323. Рыхлитель для основной обработки почвы / М.М. Константинов, С.З. Есенжанов, С.В. Олейников, Б.Н. Нуралин (Комитет по правам интеллектуальной собственности Министерства юстиции Республики Казахстан) // БИ. № 2 от 15.02.2010 г.
5. Инновационный патент на изобретение KZ А4 26192. Рабочий орган к рыхлителю для основной обработки почвы / Б.Н. Нуралин, М.М. Константинов, С.В. Олейников (Комитет по правам интеллектуальной собственности Министерства юстиции Республики Казахстан) // БИ. № 10 от 15.10.2012 г.