

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ПРОТИВОЭРОЗИОННОГО ПЛУГА ДЛЯ ГЛАДКОЙ ПАХОТЫ

И.Н. Шило, докт. техн. наук, профессор, В.А. Агейчик, канд. техн. наук, доцент, Н.Н. Романюк, ст. препод. (УО БГАТУ); М.В. Агейчик, студент (УО БГУИР)

Аннотация

Рассматривается вопрос создания противоэрозионного плуга для гладкой пахоты. Предлагается оригинальная конструкция навесного симметричного плуга, использование которого позволит предохранить почву от водной и ветровой эрозии, а также повысить качество крошения почвенных глыб и выравненность поверхности поля без образования свальных и развальных борозд.

Введение

Интенсификация работ в земледелии требует нового подхода к обработке почв и выбору средств механизации на основе создания и внедрения почвозащитных и энергосберегающих технологий [1]. Анализ почвенно-климатических условий различных районов Беларуси показывает, что перспективными системами обработки почвы и посева, наряду с традиционной отвальной, должны быть – безотвальная, минимальная и нулевая, которые особенно эффективны на эрозийно опасных склонах (более 5^0), где водная эрозия почв уносит столько питательных веществ, сколько идёт на формирование урожая [2]. Такие участки составляют около 60% возделываемых почв в Беларуси [3], причем безотвальное рыхление на них плоскорезными лапами на глубину пахотного слоя уменьшает сток осадков в 1,75 и смыв почвы в 3,6 раза [4]. Однако применение безотвальной обработки в условиях Беларуси не может происходить в течение нескольких лет подряд, так как может привести к образованию в верхнем слое почвы значительного количества многолетних сорняков [2]. При этом плоскорезущая лапа подрезает почвенный слой на установленной глубине, но не обеспечивает его качественное крошение, образуя вместе с лемехами плужных корпусов плужную подошву, что приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур [5].

Известно комбинированное почвообрабатывающее орудие [6], содержащее раму с закрепленными на ней плужными корпусами и расположенным под углом атаки на горизонтальном валу ротационным рабочим органом, выполненным в виде многозаходней спирали с четным количеством заходов, витки которой связаны с валом по ширине его захвата посредством систем упругих элементов, причем спираль каждого четного захода снабжена установленными на его рабочей поверхности зубьями, при этом заход спирали с зубьями и заход спирали без зубьев расположены в чередующемся порядке, а система упругих элементов захода спирали с зубьями смещена по фазе относительно системы захода спирали без зубьев на острый угол.

Теоретическими и экспериментальными исследованиями доказана высокая эффективность рабочего органа в виде многозаходней спирали [7] и ротационных орудий с плоскими игольчатыми дисками [8] для крошения комков почвы и выравнивания её поверхности. Особую эффективность этот процесс имеет при воздействии на слой почвы сразу после вспашки [6], когда комки почвы не успевают засохнуть и повысить свою сопротивляемость крошению, причем ротационный рабочий орган обладает низкой металлоемкостью. Однако такое комбинированное почвообрабатывающее устройство осуществляет загонную вспашку с образованием развальных борозд и свальных гребней, что приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур до 12% и снижает производительность труда до 10% по сравнению с гладкой вспашкой [9].

У известного навесного оборотного плуга ПНО-3-35 [10] в работе одновременно находится только один из двух наборов рабочих органов, что увеличивает вдвое удельную металлоемкость конструкции, усложняет ее и повышает стоимость, увеличивает энергозатраты на перемещение агрегата.

Основная часть

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработан противоэрозионный плуг для гладкой вспашки (рис. 1).

Плуг содержит раму 1 с навесным устройством 2 и опирается на регулируемые по высоте колеса 3. Передние корпуса 4 выполнены с увеличенной шириной захвата на 25% по сравнению с остальными и переставлены так, что левосторонний корпус закреплен справа, а правосторонний – слева. Остальные корпуса установлены с обычным расположением и доукомплектованы по высоте сферическими дисками 5, установленными на местах крепления предплужников. Впереди крайних корпусов 4 в одной плоскости с полевыми обрезами их соседних корпусов на раме 1 установлены дисковые ножи 6. Между полевыми обрезами задних центральных корпусов 7 на раме 1 установлены по центральной оси плуга передняя 8 и сзади ее, по бокам, две задние 9 чизельные

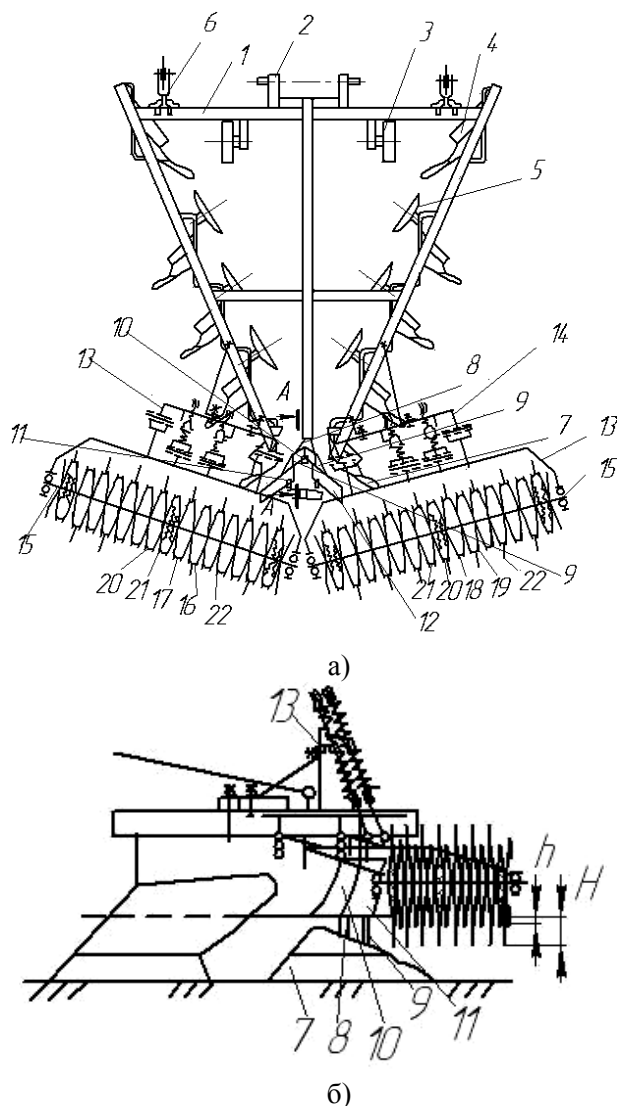


Рисунок 1. Плуг навесной симметричный:
а – вид сверху; б – вид сбоку

лапы, причем на стойке передней чизельной лапы установлена центральная симметричная центральной оси плуга секция лемешно-отвальных поверхностей 10, а на стойках задних чизельных лап боковые 11 и 12 секции лемешно-отвальных поверхностей, параллельные сзади ближайшим боковым частям передней 10 лемешно-отвальной поверхности с перекрытием их и плоскостей полевых обрезов центральных корпусов 7. Лемешно-отвальные поверхности 10, 11 и 12 установлены на уровне поверхности поля под углами $40...45^\circ$ относительно поперечной линии большими угла внешнего трения почвы [11], а крепления лемешно-отвальных поверхностей 10, 11 и 12 к стойкам чизельных лап 8 и 9 выполнены с возможностью регулирования их установки по высоте.

На раме 1 посредством левой 13 и правой 14 рамок закреплены на горизонтальных валах 15 под углами атаки, образующими с центральной осью ост-

рые углы, ротационные рабочие органы. Левый выполнен в виде двухзаходной спирали с заходами 16 и 17, а правый – в виде двухзаходной спирали с заходами 18 и 19, витки которых связаны с валами 15 по ширине их захвата с перекрытием плоскостей полевых обрезов крайнего переднего 4 и заднего центрального 7 корпусов каждой стороны плуга посредством систем упругих элементов 20 и 21, состоящих из трёх упругих элементов, расположенных радиально к валам 15 под углами 120° между собой. На рабочей поверхности заходов 16 и 19 спиралей установлены игольчатые зубья 22, а спирали смежных заходов 17 и 18 выполнены без зубьев. Системы 21, крепящие заходы спиралей 16 и 19 с игольчатыми зубьями 22 к валу 15, смещены по фазе на острый угол φ равный 60° относительно системы 20, крепящей заходы спиралей 17 и 18 без зубьев. Спирали 16 и 17 выполнены с левым направлениями навивки, т. е. совпадающими с направлениями оборота пласта всех плужных корпусов левой стороны плуга навесного симметричного за исключением первого, а спирали 18 и 19 выполнены соответственно с правым направлением навивки, т. е. совпадающими с направлениями оборота пласта всех плужных корпусов правой стороны плуга навесного симметричного за исключением первого. Валы 15 секций ротационных рабочих органов в виде спиралей образуют с центральной осью симметрии плуга острые углы, причем они устанавливаются с перекрытием плоскостей полевых обрезов крайнего переднего и заднего центрального корпусов, как для левой, так и задней секции.

При работе плуга установленные впереди крайних корпусов 4 в одной плоскости с полевыми обрезами их соседних корпусов на раме 1 дисковые ножи 6 разрезают почвенный пласт вместе с растительными остатками, а крайние плужные корпусы 4 поднимают пласты почвы на поверхность не вспаханного поля и благодаря подрезке дисковыми ножами 6 переворачивают их по направлению к середине прохода агрегата. Их ширина захвата увеличена на 25% по сравнению с остальными корпусами, т. к. выемка почвы из закрытой борозды не может быть полной, а места в ней должно быть достаточно для укладки последующего пласта. Кроме того, увеличенная длина отвала отталкивает пласт дальше к середине рабочего прохода плуга, освобождая поверхность поля перед вторым корпусом для его нормальной работы. Лежащий на поверхности поля пласт отталкивается ещё ближе к середине прохода первым сферическим диском, затем вторым и третьим. Таким образом, вынутая на поверхность поля передним корпусом и временно оказавшаяся лишней почва, сдвигается к самому центру прохода плуга, не мешая нормальной работе остальных корпусов. Эта лишняя почва сдвигается установленными на уровне поверхности поля на стойках передней 8 и сзади ее по бокам двух задних 9 чизельных лап секциями лемешно-отвальных поверхностей центральной симметричной 10, а также боковыми 11 и 12 вправо и влево в открытые бороз-

ды, образованные после прохода задних центральных корпусов 7. Одновременно чизельные лапы 8 и 9 осуществляют интенсивное рыхление и качественное крошение почвенного пласта на глубину до 195...220 мм за счет их горизонтального смещения до 110 мм и отклонениях глубины не более 19 мм при автоколебаниях пружинных стоек [12, 13]. При этом на небольшой ширине образуется почвозащитный мульчированный растительными остатками поверхностный слой почвы и не образуется плужная подошва. Автоколебания чизельных лап также способствуют более эффективной работе закрепленных на них секций лемешно-отвальных поверхностей. Симметричное расположение плужных корпусов позволяет исключить в их конструкциях полевые доски, что уменьшает тяговое сопротивление плуга на 25-30%, применение вместо плоскорежущей лапы чизельных лап снижает сопротивление на этом участке поверхности поля на 9-12% [12]. Крепления лемешно-отвальных поверхностей 10-12 к стойкам чизельных лап 8 и 9 позволяют корректировать их установку по высоте, что способствует достижению более полной выравненности поверхности поля.

Поверхностный слой почвы после прохода выше описанных рабочих органов подвергается дополнительной обработке двухзаходными спиралями. Заходы 16-19 спиралей по ширине захвата производят обработку поверхности, оставшейся от прохода плужных корпусов и чизельных лап с секциями лемешно-отвальных поверхностей, поверхности поля, обработанной во время предыдущего прохода и поверхности поля, которая будет обработана во время следующего прохода. В последнем случае воздействие игольчатых зубьев 22 способствует предварительному нарушению монолитности верхнего слоя почвы с растительными включениями, что облегчает его дальнейший оборот и перемещение к центру плуга во время последующего прохода. Такие перекрытия способствуют слитности обработки всей поверхности поля. Почвенные комки и глыбы, оставшиеся после вспашки, подвергаются комплексному воздействию с одной стороны игольчатых зубьев 22, расположенных на первых заходах 16 и 19 спиралей, и витков вторых заходов 17 и 18 спиралей без зубьев, закрепленных на валах 15 соответственно системами 20 и 21 упругих элементов. При движении спиралей под действием на валы рамок 13 и 14, а также в результате реакции почвы на спирали центры валов 15 (точка O_1 на рис. 2) смещаются вниз относительно геометрических центров заходов 16-19 (точки O' и O''). При вращении заходов 16-19 спиралей и смене упругих элементов систем 20 и 21 (одна или две пружины вверх) и изменении результирующих усилий пружин в системах 20 и 21 создаются вынуж-

денные колебания между валами 15 и заходами 16-19 спиралей. При движении заходов 16-19 спиралей в почве на средней глубине h смена положений упругих элементов систем 20 и 21 вызывает колебание заходов спиралей, прикрепленных к одному и тому же валу в почве на величину Δh . Смещение по фазе систем 20 и 21 на угол 60° вызывает колебания соседних заходов 16-17 и 18-19 каждой спирали в противофазе относительно друг друга. Амплитуда указанных относительных колебаний равна $2\Delta h = 5...8$ мм при различных параметрах систем 20 и 21. Сочетание полученной вибрации заходов 16-19 спиралей с деформацией почвы путем накалывания глыб игольчатыми зубьями 22, движущимися на средней глубине H , и деформацией смятия от витков заходов 17 и 18 спиралей, движущихся на средней глубине h , позволяет получить эффект улучшения крошения почвенных глыб.

При этом деформация сдвига почвы от воздействия игольчатых зубьев 22 на заходах 16 и 19 спиралей распространяется в верхние слои почвы и пересекается с деформацией смятия почвы от витков заходов 17 и 18 спиралей без зубьев, что сопровождается заземлением глыб почвы и их интенсивным крошением при одновременном выравнивании поверхности почвы.

Заключение

Предложена новая концепция противозрозионного плуга для гладкой пахоты без образования свальных и развальных борозд.

Обработка почвы плугом для гладкой пахоты исключает произрастание на поверхности поля многолетних сорняков. Наличие рабочих органов, образующих почвозащитные полосы, позволит существенно замедлить смыл или вынос ветром с поверхности поля плодородных частиц, что будет способствовать увеличению урожайности сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев, А.М. Механизация обработки почвы и повышение ее противозрозионной устойчивости

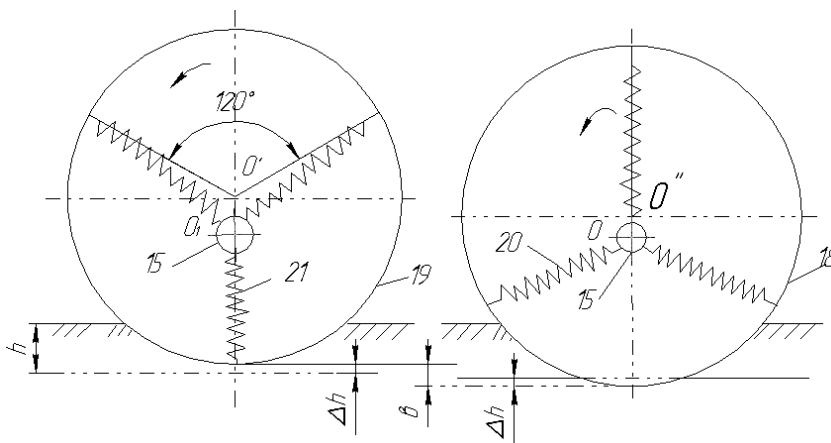


Рисунок 2. Схема относительных вертикальных колебаний соседних заходов спиралей

/ А.М. Дмитриев, Р.Л. Турецкий // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск: Ураджай, 1990. – Вып. 33. – С. 8-17.

2. Казакевич, П.П. Проблемы и перспективы механизации процессов обработки почвы и посева в Беларуси / П.П. Казакевич, А.А. Тоцицкий // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск: Ураджай, 1996. – Вып. 35. – С. 18-33.

3. Жилко, В.В. Водная эрозия почв в БССР / В.В. Жилко, А.И. Паярская // Эрозия почв и борьба с ней. – Минск: Ураджай, 1968. – С. 32-37.

4. Бондаренко, А.Г. Определение противозерозионной устойчивости почв методом искусственного дождевания / А.Г. Бондаренко, В.П. Мармалюков // Механизация и электрификация сельского хозяйства: сб. науч. работ аспирантов ЦНИИМЭСХ. – Минск, 1980. – С. 3-6.

5. Михневич, Н.А. Некоторые вопросы механизации обработки почвы / Н.А. Михневич, Л.В. Ларченков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск: Ураджай, 1990. – Вып. 33. – С. 26-34.

6. Комбинированное почвообрабатывающее орудие: а.с. 1276272 СССР, А1, МПК А 01 В 49/02 / В.П. Мармалюков, А.З. Пилецкий, В.М. Доманьков, В.А. Агейчик, Ф.П. Цыганов, Ч.А. Холяев // Открытия, изобретения, промышленные и товарные знаки СССР. – 1986. – № 46.

7. Мармалюков, В.П. Исследование спирального катка выравнивателя для предпосевной обработки почвы в составе комбинированного агрегата / В.П.

Мармалюков // Вопросы сельскохозяйственной механики. – Минск: ЦНИИМЭСХ, 1983. – С. 56-81.

8. Клетченко, В.Т. Обоснование параметров игольчатых дисков для поверхностных противозерозионных обработок почвы в условиях Нечерноземной зоны / В.Т. Клетченко // Совершенствование процессов и средств механизации для обработки почвы и посева. Вопросы сельскохозяйственной механики. – Минск: ЦНИИМЭСХ, 1983. – С. 103-126.

9. Казакевич, П.П. Основное направление совершенствования отвальной вспашки, технологических и конструктивных схем перспективных плугов в Беларуси / П.П. Казакевич, А.З. Пилецкий // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск: Ураджай, 1996. – Вып. 35. – С. 34-44.

10. Клочков, В.А. Сельскохозяйственные машины / В.А. Клочков, Н.В. Чайниц, В.П. Буяшов. – Минск: Ураджай, 1997. – 494 с.

11. Сабликов, М.В. Сельскохозяйственные машины. Основы теории и технологического расчета / М.В. Сабликов. – М.: Колос, 1968. – С. 259-261.

12. Ларченков, Л.В. Исследование пружинных стоек чизельного культиватора / Л.В. Ларченков, А.А. Завражнов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск: Ураджай, 1988. – Вып. 31. – С. 3-10.

13. Совершенствование процессов обработки почвы при возделывании ячменя путем применения чизельных культиваторов и комбинированного агрегата АКШ-7,2 / П.П. Костюков [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск: Ураджай, 1996. – Вып. 35. – С. 56-67.

УДК 631.312

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 2.02. 2009

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЕННОГО ПЛАСТА К ПЛУГУ ДЛЯ ГЛАДКОЙ ВСПАШКИ

И.С. Крук, канд. техн. наук, доцент, М.И. Назарова, магистрантка (УО БГАТУ); Ю.В. Чигарев, докт. физ.-мат. наук, профессор (УО БГАТУ; Западнопоморский технологический университет, Польша); И.С. Назаров, гл. конструктор (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»)

Аннотация

Предложены конструкции рабочих органов и механизма крепления к раме оборотного плуга устройства для разделки и поверхностной обработки почвенных пластов. Предложенные рабочие формы и механизмы крепления использованы при создании комбинированного пахотного агрегата на базе плуга для гладкой вспашки ПО-4+1-40К, выпускаемого ОАО «Калинковичский ремонтно-механический завод».

Введение

Несмотря на преимущества безотвальной и нулевой обработки почв их внедрение в практическое земледелие идёт очень медленно. Это связано с сильной засоренностью полей сорными растениями, борьба с которыми осуществляется химическим методом защиты, повышающим нагрузку на экологию окружающей среды. Поэтому применение современных технологий возделывания сельскохозяйственных

культур не представляется возможным без основной обработки почвы пахотными агрегатами. При этом необходимо искать пути совершенствования конструкций машин и орудий, предназначенных для основной и предпосевной обработки почвы.

Наиболее энергоёмким процессом в технологии возделывания и уборки сельскохозяйственных культур является обработка почвы, на которую расходуется около 40% энергетических затрат [1], наибольшая доля которых приходится на основную и предпосев-