

**Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: mehposev@mail.ru*

## **К ОБОСНОВАНИЮ ТИПА РЫХЛИТЕЛЬНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО АГРЕГАТА ДЛЯ ВЛАГОНАКОПЛЕНИЯ И ВЛАГОЗАДЕРЖАНИЯ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ**

*Аннотация.* В статье рассмотрены различные конструктивные решения и технические возможности известных чизельных рабочих органов и обоснован тип рыхлительного рабочего органа к почвообрабатывающему агрегату для влагонакопления и влагозадержания на склоновых землях.

*Ключевые слова:* склоновые земли, влагонакопление, влагозадержание, агрегат, рыхлительный рабочий орган.

**N. D. Lepeshkin, V. V. Mizhurin**

*RUE "SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization"  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: mehposev@mail.ru*

## **TO JUSTIFICATION OF THE TYPE OF RIPPING WORKING BODIES OF A TILLAGE UNIT FOR WATER ACCUMULATION AND MOISTURE RETENTION ON SLOPE LANDS**

*Abstract.* The article discusses various design solutions and technical capabilities of the known chisel working bodies and substantiates the type of loosening working body to the tillage unit for moisture accumulation and moisture retention on sloping lands.

*Keywords:* slope lands, moisture accumulation, moisture retention, unit, loosening working body.

### **Введение**

Одним из путей снижения ресурсопотребления, обеспечения влагой и защитой почв от эрозии на склоновых землях является замена основной отвальной обработки почвы на безотвальную. При этом безотвальный способ для условий Беларуси должен включать такие приемы обработки почвы, как мульчирование ее верхнего слоя растительными остатками, чизелевание пахотного слоя и глубокое рыхление подпахотного слоя с образованием на его дне гребней. Для осуществления такого способа основной обработки склонов за один проход предложена схема комбинированного агрегата, предусматривающая его блочно-модульную конструкцию, куда в качестве базового блока должен входить блок, состоящий из рыхлительных рабочих органов. При этом данный блок может использоваться как в составе агрегата, когда впереди его устанавливается блок дисков, а сзади – блок катков, так и самостоятельно. При обработке склонов в составе агрегата рыхлительные рабочие органы должны обеспечивать послойное рыхление почвы на двух уровнях: на первом – рыхление на глубину обычной обработки, т. е. на глубину пахотного слоя, и на втором – глубокое рыхление (до 40 см) с образованием на дне слоя гребней. При необходимости (например, обработка равнинных земель) рабочие органы должны производить только безотвальное рыхление пахотного слоя. При использовании блока как самостоятельного орудия его рабочие органы должны производить только глубокое безотвальное рыхление, т. е. рыхление подпахотного слоя или щелевание.

В настоящее время в республике для безотвального рыхления пахотного и подпахотного горизонта используют чизельные орудия, которые в зависимости от глубины рыхления подразделяются на чизельные культиваторы (тяжелые культиваторы), чизельные плуги и глубокорыхлители.

Особенностью чизельных рабочих органов, применяемых на этих орудиях, является то, что они рыхлят почву, отрывая ее от монолита, однако не уплотняют подпахотные слои, как лемешные плуги, плоскорезы и дисковые орудия, т. е. не образуют «плужную подошву». Прорезая в ней щели, они способствуют лучшему поглощению почвой воды. Поскольку чизельные орудия производят обработку почвы с недорезом пласта по ширине захвата, то на дне обработанного ими слоя почвы будут образовываться гребни, препятствующие подпочвенному стоку на склонах. Кроме того, такая обработка является и менее энергоемкой, и более производительной.

Конструктивно чизельные рабочие органы, как правило, состоят из стойки с установленными в ее нижней части долотом и лапой. С целью снижения тягового сопротивления и повышения качества обработки, производительности, а также их технической и технологической надежности рабочие органы постоянно совершенствуются, поэтому для их выбора требуется оценка их достоинств и недостатков.

Цель работы – оценить конструктивные решения и технические возможности известных чизельных рабочих органов и обосновать тип рыхлительного рабочего органа к почвообрабатывающему агрегату для влагонакопления и влагозадержания на склоновых землях.

### Основная часть

Для снижения тягового сопротивления и улучшения заглубляемости наряду с прямолинейными используются наклонные и криволинейные стойки по ходу движения (рис. 1).

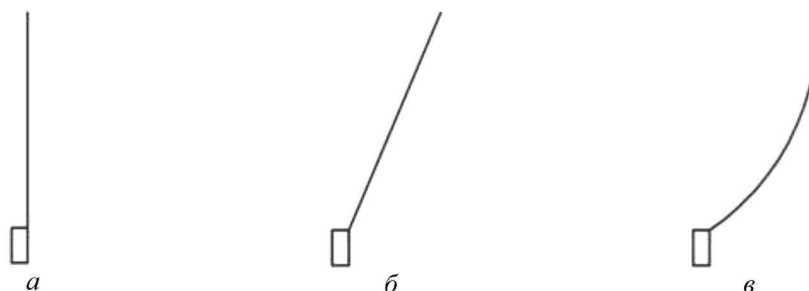


Рис. 1. Типы профиля прямолинейной (а), наклонной (б) и криволинейной (в) стоек в продольном направлении

Использование криволинейных и наклонных стоек объясняется характером взаимодействия пласта со стойкой, т. е. наличием, помимо лобового, также косого резания, при котором наряду с деформацией сжатия в направлении движения имеет место сдвиг почвы в стороны по поверхности скольжения (наименьшего сопротивления).

Кроме этого, при использовании криволинейной стойки установленное в ее нижней части долото или лапа более вынесены вперед, чем при установке их на прямолинейной стойке. Вследствие этого фронтальная поверхность стойки поднимает почву, сколотую лапой или долотом вверх, и на ней не образуется, как на прямолинейной стойке, нарост из уплотненной почвы, так называемое уплотненное ядро. К достоинствам наклонных и криволинейных стоек относится и то, что при их работе исключается вынос на дневную поверхность поля подпахотных слоев почвы, которые в течение некоторого времени сохраняют повышенную токсичность, неблагоприятно влияющую на прорастание семян.

Известны и другие типы стоек, снижающие тяговое сопротивление. Например, стойки (рис. 2), поперечное сечение которых выполнено в виде трехгранного клина с почвоподъемными пазами, образованными наклонными под острым углом к горизонту ребрами [1].

Известна стойка (рис. 3) с передней наклонной режущей кромкой, имеющей зубья и вырезы [2].



Рис. 2. Трехгранная стойка с почвоподъемными пазами

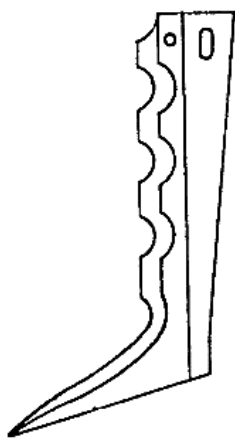


Рис. 3. Стойка с клиновидной режущей кромкой, имеющей зубья и вырезы

Наряду с изменением конфигурации стойки снизить ее тяговое сопротивление, а также повысить качество крошения позволяют стойки, имеющие степень подвижности. С этой целью используются упругие S- или С-образные стойки (рис. 4), а также жесткие стойки, оснащенные пружиной (рис. 5), которая является и защитой от камней.

Для лучшего разуплотнения пласта стойки могут наклоняться не только по ходу движения, но и в сторону (например, *Paroplow* фирмы *Howard*), при этом изгиб стойки может быть как надпочвенным, так и внутривспашочным (рис. 6). Надо отметить, что такие стойки явились начальным этапом тенденции развития послышной обработки почвы.

Анализ рассмотренных выше типов стоек показывает, что послышное рыхление, т. е. рыхление на разных уровнях, при использовании таких стоек можно осуществлять за один проход агрегата только путем последовательной установки на агрегате разных по высоте стоек.

Примером агрегатов, обеспечивающих за один проход рыхление пахотного и подпахотного горизонтов, служат глубокорыхлитель DRH 9800 фирмы *Salford* (Канада) и агрегат АКР-3 (разработка РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»).

При работе глубокорыхлителя DRH 9800 фирмы *Salford* (Канада) (рис. 7) дисковые рабочие органы 1 разрезают растительные остатки, смешивают их с землей и выравнивают поверхность.

Рыхлительные рабочие органы 2 (лапа щелевателя) разрыхляют почву на глубину до 41 см. Рыхлительные рабочие органы 3 (лапа чизеля) разрыхляют почву в промежутках между рабочими органами на глубину 28 см. Обработку почвы завершают выравнивающие и прикатывающие рабочие органы 4 (трехрядной бороны) и 5 (прикатывающий каток).

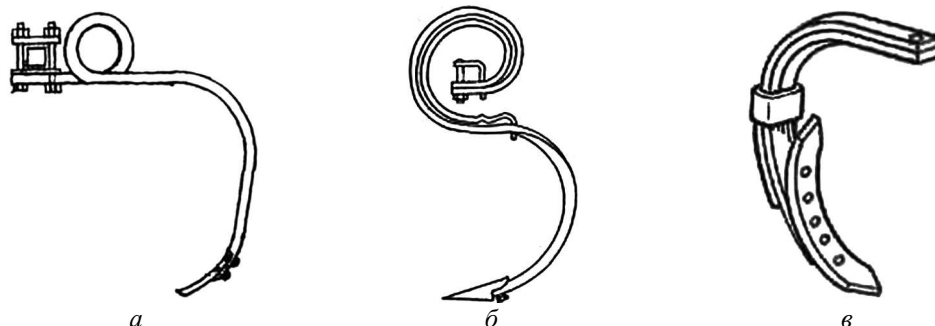


Рис. 4. Типы упругих стоек: *а* – упругая стойка для обработки почвы на глубину до 20 см; *б* – упругая стойка с подпружинником для обработки почвы на глубину до 15 см; *в* – сдвоенная плоская пружина для обработки на глубину до 25 см



*а*



*б*

Рис. 5. Типы жестких стоек, оснащенных спиральной (*а*) и плоской (*б*) пружиной



Рис. 6. Типы профиля стоек с внутрипочвенным (а) и надпочвенным (б) изгибом в поперечном направлении

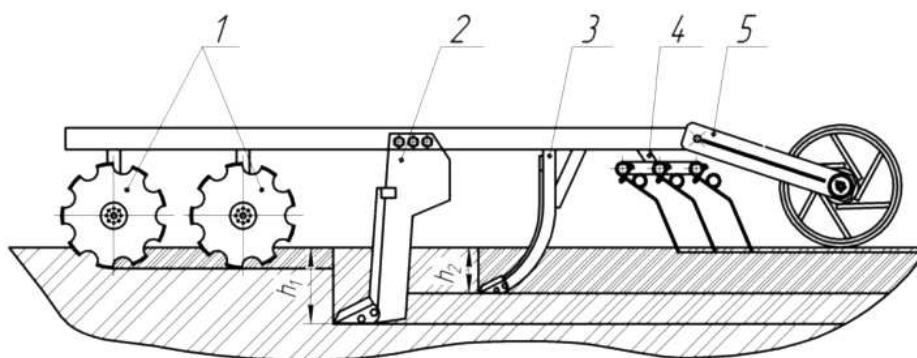


Рис. 7. Технологическая схема глубокорыхлителя DRH 9800 фирмы Salford (Канада): 1 – дисковые рабочие органы; 2 – лапа щелевателя; 3 – лапа чизеля; 4 – трехрядная борона; 5 – прикатывающий каток

Агрегат для разноглубинной обработки почвы АКР-3 (рис. 8) так же, как и глубокорыхлитель DRH 9800, имеет рыхлительные рабочие органы для рыхления подпахотного и пахотного горизонта.

Недостатком этих агрегатов является то, что для проведения одновременного рыхления пахотного и подпахотного слоя почвы они должны иметь два типоразмера стоек. Кроме этого, их недостатком является и то, что они не могут при необходимости рыхлить только подпахотный горизонт или только пахотный.

Известен культиватор CTSE фирмы Kverneland (Германия) (рис. 9).

В процессе обработки почвы рыхлительные рабочие органы 1 рыхлят и перемешивают почву и пожнивные остатки на глубину до 15 см. Далее дисковые рабочие органы 2 выравнивают верхний слой, перемешивают и заделывают в почву солому и другие растительные остатки.

После дисков обработку почвы на глубину до 40 см производят рыхлительными рабочими органами 3. Завершает обработку слоя почвы каток 4, который крошит комки почвы, выравни-



Рис. 8. Агрегат АКР-3

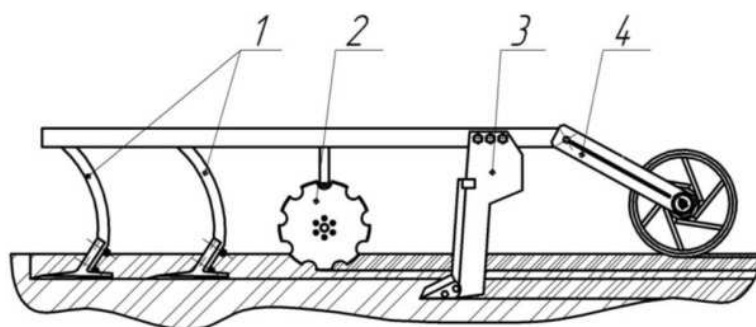


Рис. 9. Технологическая схема культиватора CTSE фирмы «Kverneland» (Германия):  
1, 3 – рыхлительные рабочие органы; 2 – дисковые рабочие органы; 4 – прикатывающий каток

ваит и уплотняет поверхностный слой. Отличительной особенностью данного культиватора является то, что при необходимости рабочие органы для глубокого рыхления 3 можно переводить в нерабочее положение, тогда обработка будет сводиться только к обработке пахотного слоя. Вместе с тем данное конструктивное решение металлоемко и не позволяет рыхлить только подпахотный горизонт.

Известны конструкции сдвоенных стоек (рис. 10) [3–5].

Преимуществом сдвоенных стоек является то, что они позволяют в 2 раза увеличить междууделье рыхлительных рабочих органов, не изменяя геометрию гребней относительно прямых и наклонных стоек. Однако такие стойки также не позволяют создать почвообрабатывающий агрегат, обеспечивающий одновременное рыхление пахотного и подпахотного слоя, а также раздельное рыхление этих слоев.

С целью расширения функциональных возможностей рыхлительных рабочих органов некоторые исследователи предлагают использовать одну стойку, но устанавливать на ней сменные лапы и долотья для обработки пахотного или подпахотного слоя. Особенностью таких стоек является то, что здесь при использовании одной стойки для мелких и глубоких обработок меняется угол наклона ее нижней части к горизонту, что, в свою очередь, позволяет устанавливать при изменении глубины обработки лапы и долотья под требуемыми углами крошения.

Из таких технических решений интерес представляет устройство для противозероной обработки почвы (рис. 11) содержащее полую стойку с закрепленной на ней режущей лапой и съемные разуплотнители [6].

При этом разуплотнители могут быть выполнены как в виде короткого прямого рыхлителя и долота с углом наклона для рыхления пахотного горизонта, так и с удлиненным рыхлителем и долотом с углом наклона для рыхления подпахотного горизонта.

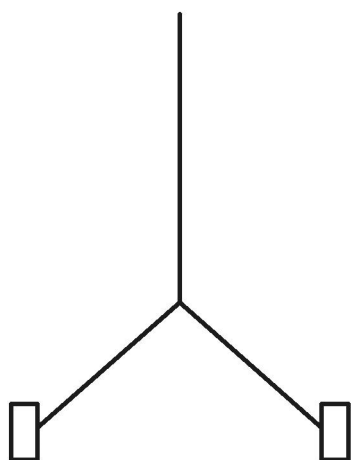


Рис. 10. Сдвоенная стойка

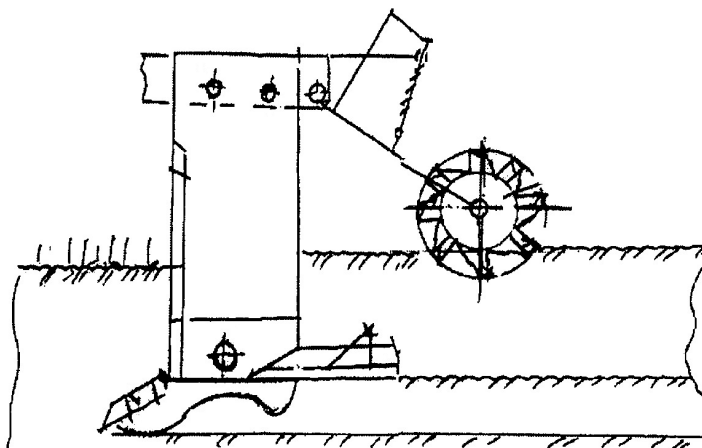


Рис. 11. Устройство для противозероной обработки почвы

Кроме этого, известен глубокорыхлитель (рис. 12), где стойка установлена с возможностью регулировки угла наклона к горизонту [7].

С этой целью стойка закреплена в кронштейнах рамы при помощи осей и предохраняющих разрушающихся элементов, выполненных в виде срезных болтов. Кронштейны рамы состоят из двух пластин, между которыми расположены стойки. Каждая пластина имеет одно отверстие для оси и как минимум два отверстия под срезные болты для регулировки угла наклона лапы или долота к горизонту.

При установке стойки на глубокое рыхление (см. рис. 12) на ней устанавливается долото и путем перестановки срезных болтов в соответствующие отверстия кронштейнов рамы устанавливается угол наклона долота к горизонту ( $30^\circ \pm 3^\circ$ ). При установке стойки на обычную обработку устанавливаются долото и боковые лапы.

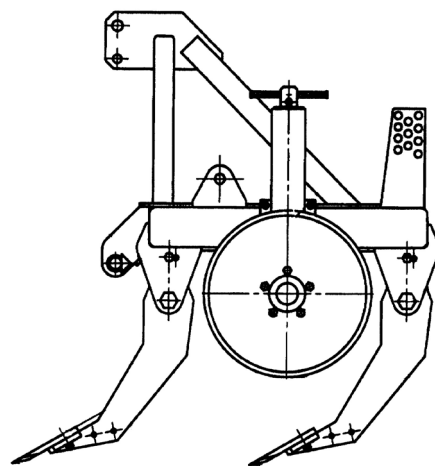


Рис. 12. Глубокорыхлитель

Путем перестановки срезных болтов в соответствующие отверстия кронштейнов рамы устанавливается угол наклона долота и лапы к горизонту ( $21^\circ \pm 3^\circ$ ).

Рассмотренные конструкции (типы) стоек, хотя и позволяют настроить глубокорыхлители для работы в режиме глубокого рыхления и режиме основной обработки почвы, т. е. для обработки подпахотного или пахотного слоя, но не имеют возможности использовать глубокорыхлитель для одновременного рыхления подпахотного и пахотного слоя.

Известен тип рыхлительного рабочего органа (рис. 13), который выполнен в виде бруса с передней режущей кромкой и установлен на раме под тупым углом к направлению движения [8]. При этом по длине бруса попарно посредством стоек установлены долото и стрельчатые лапы. Ширина лап выполнена переменной, уменьшающейся от верхнего яруса к нижнему.

Недостатком такого типа рабочего органа является то, что, несмотря на возможность производить одновременно с разуплотнением подпахотного слоя рыхление пахотного, он не предназначен для раздельного выполнения этих операций. Недостатком является и то, что жестко установленные на брус стойки не позволяют регулировать качество рыхления в зависимости от типа почвы и глубину рыхления. При этом расположенные на одной линии друг за другом рабочие органы не исключают забивание их растительными остатками.

Известен глубокорыхлитель (рис. 14), содержащий стойку, состоящую из двух подвижно соединенных между собой частей [9].

Верхняя часть стойки выполнена с криволинейной передней гранью, в нижней части которой расположена лапа. Нижняя часть стойки отклонена назад по ходу движения и имеет в нижней части долото. При движении лапа верхней части стойки рыхлит почву на глубину 15 см с образованием мелкокомковатой структуры, а долото, установленное на нижней части стойки, произво-

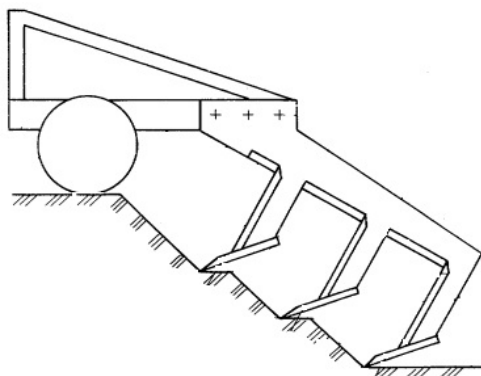


Рис. 13. Рыхлительный рабочий орган

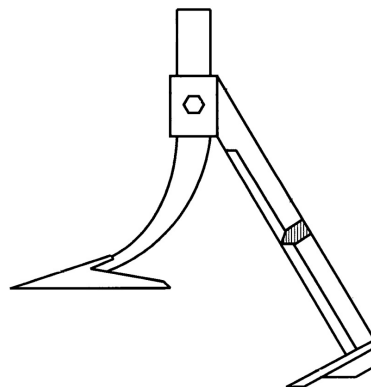


Рис. 14. Глубокорыхлитель со стойкой

дит глубокое рыхление на глубину от 15 до 35 см с разрушением плужной подошвы. Регулировка глубины обработки производится путем перемещения вверх или вниз нижней стойки вдоль верхней.

Недостатком такого типа рабочего органа является то, что он не может производить только прием глубокого рыхления почвы.

Известны рабочие органы для глубокого рыхления почвы, где для повышения качества рыхления пахотного слоя на их стойки устанавливают различные режущие элементы (рис. 15) [10–12].

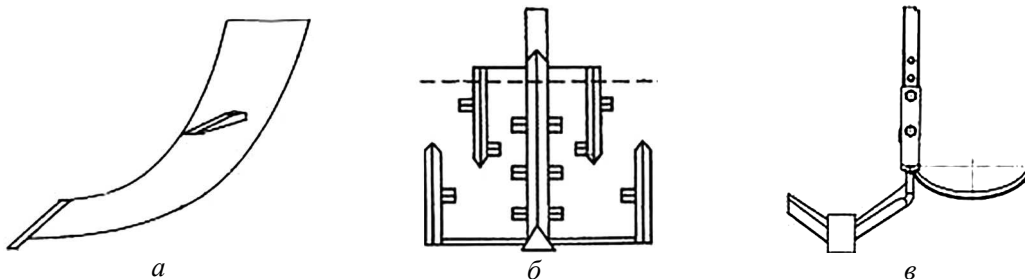


Рис. 15. Тип стоек глубокорыхлителей с плоскими режущими (а), серповидными (б) и кольцевыми режущими (в) элементами

Достоинством таких рабочих органов является то, что они позволяют одновременно производить рыхление подпахотного и пахотного слоя, а при необходимости, в случае установки режущих элементов съемными, – только рыхление подпахотного слоя. Вместе с тем такой тип стоек, хотя и не позволяет производить только рыхление пахотного слоя, так как угол наклона к горизонту нижней части стоек остается неизменным, однако его можно принять за основу для проектирования рыхлительного рабочего органа агрегата для влагонакопления и влагозадержания. При обосновании типа стойки немаловажным является защита ее от поломок при встрече с препятствием. Поэтому при использовании агрегата на некаменистых почвах целесообразно использовать защиту в виде срезного болта, а на каменистых почвах – автоматическую защиту.

При проектировании стойки с защитой (рис. 16) надо учесть положение оси поворота стойки относительно носка долота или лапы. Центр оси крепления стойки по горизонтали должен быть вынесен вперед или находится на одном уровне с носком долота.

В противном случае (см. рис. 16), если носок долота вынесен вперед относительно оси крепления стойки, например, на расстояние  $L$ , то при наезде на препятствие и разрушении срезного

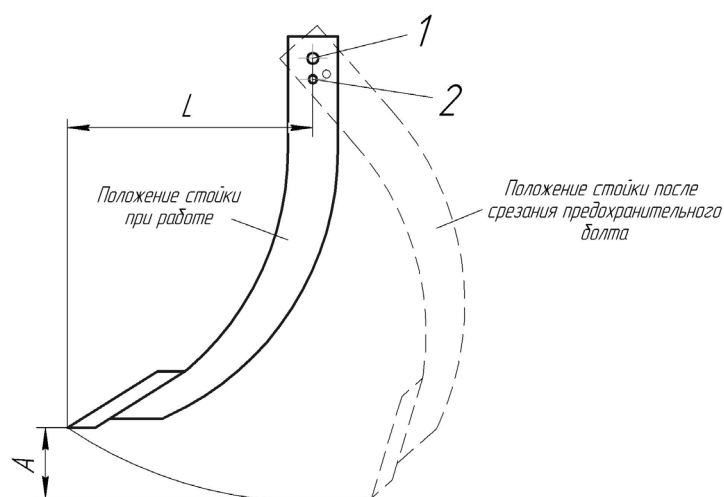


Рис. 16. Схема работы пассивного предохранительного устройства в виде срезного болта:  $A$  – глубина, ниже установленной глубины обработки;  $L$  – расстояние вынесения носка долота вперед относительно оси крепления стойки; 1 – ось поворота; 2 – срезной болт

болта стойка с долотом, поворачиваясь на оси, должна дополнительно заглубляться в почву ниже установленной глубины обработки на глубину А или приподнять весь агрегат. Такая нагрузка не исключает деформацию или излом стойки, долота и дополнительных режущих элементов.

По результатам анализа типов рыхлительных рабочих органов нами предложен усовершенствованный рабочий орган для послойной обработки почвы, который состоит из стойки, наральника (долота) и съемных боковых ножей (рис. 17). Стойка выполнена разнонаклонной к направлению движения, с тупым углом в верхней части и острым углом в нижней, а центр оси крепления стойки по горизонтали вынесен вперед или находится на одном уровне с носком наральника. Наряду с этим фронтальная поверхность верхней и нижней частей стойки имеет режущие кромки, а на ее боковых поверхностях установлены дополнительные съемные боковые ножи. При этом боковые ножи установлены с возможностью регулировки их угла наклона к горизонту и их расположения на стойке по вертикали.

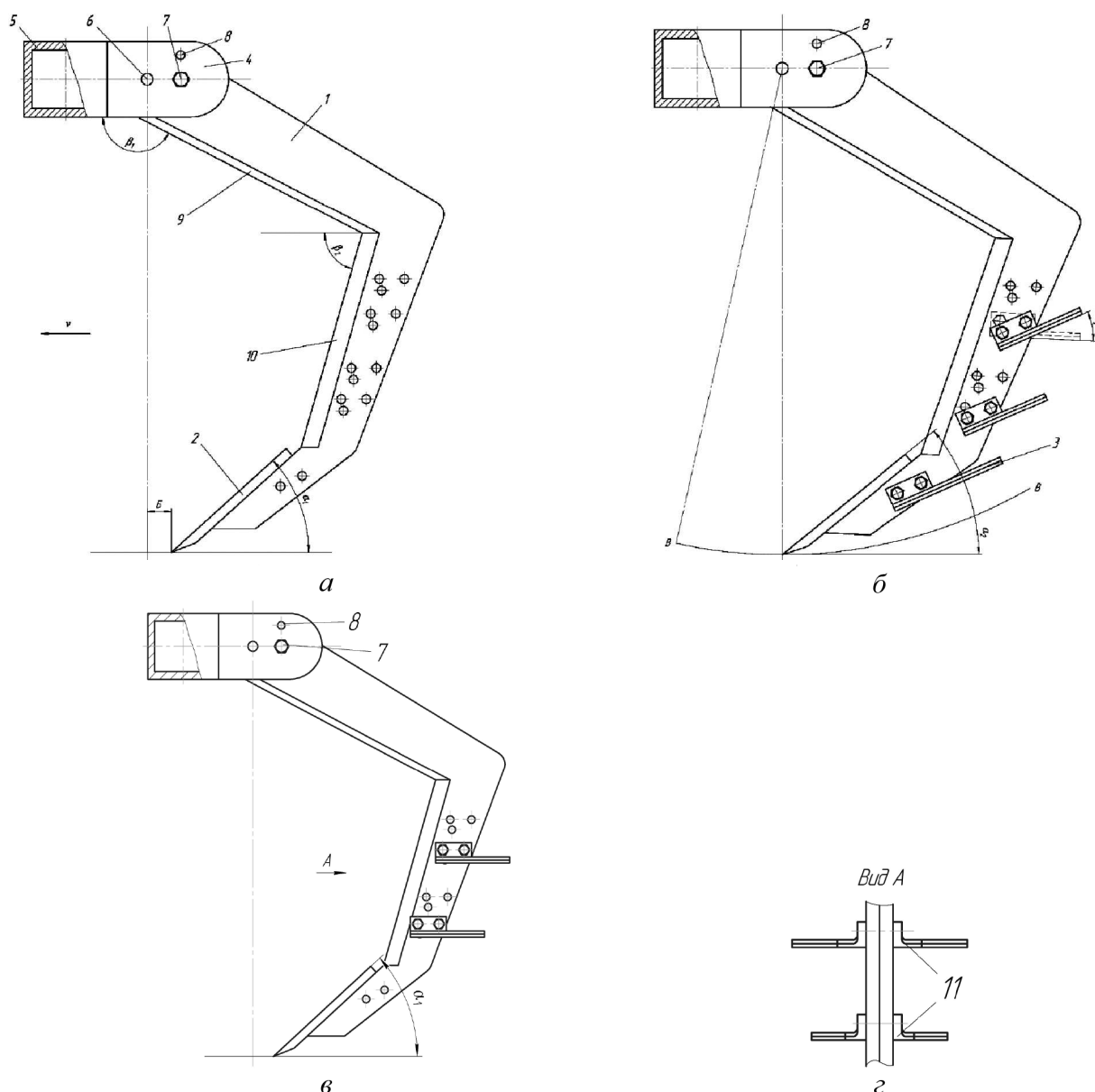


Рис. 17. Предлагаемый рабочий орган: а – при выполнении технологической операции – рыхление подпахотного слоя почвы, вид сбоку; б – рабочий орган при выполнении рыхления пахотного слоя, вид сбоку; в – рабочий орган при выполнении рыхления подпахотного и пахотного слоя, вид сбоку; з – вид А; 1 – стойка; 2 – наральник; 3, 11 – боковые ножи; 4 – кронштейн; 5 – рама; 6 – ось; 7 – срезной болт; 8 – отверстие; 9, 10 – режущие кромки



При использовании данного рабочего органа на некаменистых почвах его стойки должны крепиться в кронштейнах рамы при помощи осей и предохранительных разрушающихся элементов, выполненных преимущественно в виде срезных болтов. Кронштейны рамы должны состоять из двух пластин, между которыми должны быть расположены стойки. Каждая пластина должна иметь одно отверстие для оси и как минимум два отверстия под срезные болты для регулировки угла наклона наральника к горизонту.

Такое техническое решение позволит производить качественное раздельное или одновременное рыхление пахотного и подпахотного слоев почвы, что обеспечивает его широкие функциональные возможности, при этом будет обеспечена высокая надежность защиты рабочего органа во время преодоления препятствия на некаменистых почвах.

Рыхлительный рабочий орган состоит из стойки 1 (см. рис. 17), наральника 2 и съемных боковых ножей 3.

Рабочие органы закреплены в кронштейнах 4 рамы 5 агрегата при помощи осей 6 и предохранительных разрушающихся элементов, выпаленных преимущественно в виде срезных болтов 7. Кронштейны 4 рамы 5 состоят из двух пластин, между которыми расположены стойки. Каждая пластина имеет одно отверстие для оси 6 и как минимум два отверстия 8 под срезные болты 7 для регулировки углов наклона наральника 2 к горизонту  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ . Стойка 1 выполнена разнонаклонной к направлению движения  $v$ , с тупым углом  $\beta_1$  в верхней части и острым углом  $\beta_2$  в нижней, а центр оси 6 крепления рабочего органа по горизонтали вынесен вперед на расстояние Б (см. рис. 17, а) или находится на одном уровне (см. рис. 17, в) с носком наральника 2. Наряду с этим фронтальная поверхность верхней и нижней частей стойки 3 имеет режущие кромки 9 и 10, а на ее боковых поверхностях установлены дополнительные съемные боковые ножи 11, которые установлены с возможностью регулировки их угла наклона к горизонту  $\gamma$  и их расположения на стойке 1 по вертикали.

Рыхлительный рабочий орган работает следующим образом. При настройке глубокорыхлителя на рыхление подпахотного слоя (см. рис. 17, а) на стойку 1 устанавливается только наральник 2. Путем перестановки срезных болтов 7 в соответствующие отверстия 8 кронштейнов 4 рамы 1 устанавливается угол наклона наральника 2 к горизонту  $\alpha_1$ .

При движении глубокорыхлителя режущие кромки 9 и 10 стойки 1 разрезают вертикально пахотный и подпахотный слой почвы вместе с растительными остатками и корнями. При этом выполнение стойки 1 разнонаклонной к направлению движения  $v$ , с тупым углом  $\beta_1$  в верхней части и острым углом  $\beta_2$  в нижней, а также установка наральника 2 под углом  $\alpha_1$  (оптимальным для данной операции) позволяет увлекать в образованную стойкой 1 щель растительные остатки и корни, а следовательно, самоочищать стойку 1, что исключает ее забивание. Все это приводит к повышению качества крошения подпахотного слоя, а также исключается вынос нижних слоев почвы на поверхность, который неблагоприятно влияет на прорастание семян.

При настройке рабочего органа на одновременное рыхление подпахотного и пахотного слоя (см. рис. 17, б) на боковой поверхности нижней части стойки 1 устанавливаются дополнительные боковые ножи 11. Здесь при движении рабочего органа наряду с рыхлением подпахотного слоя происходит интенсивное рыхление с помощью боковых ножей 11 пахотного слоя. Требуемое качество рыхления данного слоя обеспечивается путем регулирования угла наклона боковых ножей 11 к горизонту  $\gamma$  и расположением их на стойке 1 по вертикали.

При настройке рабочего органа на рыхление пахотного слоя (см. рис. 17, в) на боковые поверхности стойки 1 устанавливаются боковые ножи 5 и 11. Требуемое качество рыхления почвы в данном случае обеспечивается путем установки требуемых углов наклона  $\alpha_2$  наральника 2 и углов наклона  $\gamma$  боковых ножей 11.

При наезде на препятствие и продолжении движения рабочего органа вперед происходит разрушение срезного болта 7. В это время носок наральника 2 стойки 1 пройдет по дуге В – В, следовательно, стойка 1 повернется на оси 6 без подъема всего глубокорыхлителя, что приводит к повышению надежности стойки 1 и установленных на ней боковых ножей 5 и 11.

## Заключение

Для почвообрабатывающего агрегата для влагонакопления и влагозадержания на склонах рыхлительные рабочие органы должны быть чизельного типа и состоять из жесткой стойки, наральника (долота) и съемных боковых ножей. Стойки должны быть выполнены разнонаклонными к направлению движения, с тупым углом в верхней части и острым углом в нижней. Центр оси крепления стойки по горизонтали должен быть вынесен вперед или находиться на одном уровне с носком наральника. Наряду с этим фронтальная поверхность верхней и нижней части стойки должна иметь режущие кромки, а на ее боковых поверхностях должны быть установлены дополнительные съемные боковые ножи с возможностью регулировки их угла наклона к горизонту и их расположения на стойке по вертикали.

## Список использованных источников

1. Рабочий орган для рыхления почвы : а. с. 1055358 СССР, МПК А01В 35/22, А01В 13/16 / В. А. Федоров, В. А. Джамаль ; Украинский научно-исследовательский институт защиты почв от эрозии, Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства. – № 3483909/30-15 ; заявл. 11.08.1982 ; опубл. 23.11.83.
2. Глубокорыхлитель : а. с. 1496646 СССР, МПК А01В 13/08 / Л. Ф. Бабицкий, Н. В. Даценко, А. В. Бауков ; Крымский сельскохозяйственный институт имени М. И. Калинина. – № 4230587/30-15 ; заявл. 09.03.87 ; опубл. 30.07.89.
3. Почвообрабатывающее орудие : пат. 2107414 Российской Федерации, МПК А01В 13/08 / И. В. Пулин, В. В. Леонтьев, И. Б. Борисенко ; заявитель Нижне-Волжский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Опытное проектно-конструкторское технологическое бюро. – № 95120466/13 ; заявл. 05.12.1995 ; опубл. 27.09.1998.
4. Орудие для глубокой обработки почвы : пат. 2553252 Российской Федерации, МПК А01В 13/08 / В. И. Пындак, А. Е. Новиков, И. Б. Борисенко ; Волгоградский государственный аграрный университет. – № 2014106380/13 ; заявл. 20.02.2014 ; опубл. 10.06.2015.
5. Почвообрабатывающее орудие : пат. 2579231 Российской Федерации, МПК А01В 13/08, А01В 35/14 / И. Б. Борисенко, Ю. Н. Плескачев, М. Н. Шапров, М. А. Садовников, П. И. Борисенко ; заявитель Волгоградский государственный аграрный университет. – № 2015116239/13 ; заявл. 28.04.2015 ; опубл. 10.04.2016.
6. Устройство для противоэрозионной обработки почвы : пат. 2366140 Российской Федерации, МПК А01В 49/02 / В. И. Таранин, С. И. Камбулов ; заявитель Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства. – № 2008110761/12 ; заявл. 20.03.2008 ; опубл. 10.09.2009.
7. Глубокорыхлитель : пат. 116300 Российской Федерации, МПК А01В 13/00 / С. П. Стругов, Н. И. Педан, Е. Е. Горлаков ; заявитель БДТ-АГРО. – № 201135051/13 ; заявл. 22.08.2011 ; опубл. 27.05.2012.
8. Глубокорыхлитель : а. с. 1466668 СССР, МПК А01В 13/16 / А. К. Игамбердиев, А. С. Кушнарев ; Мелитопольский институт механизации сельского хозяйства. – № 4234728/30-15 ; заявл. 02.03.87 ; опубл. 23.03.89.
9. Глубокорыхлитель : пат. 2485741 Российской Федерации, МПК А01В 13/08 / В. М. Лабух ; заявитель Брянская государственная сельскохозяйственная академия. – № 2011110492/13 ; заявл. 18.03.2011 ; опубл. 27.09.2012.
10. Глубокорыхлитель : а. с. 1384225 СССР, МПК А01В 13/08 / Е. Н. Лиманский ; Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А. Н. Костякова. – № 4156411/30-15 ; заявл. 27.08.86 ; опубл. 30.03.88.
11. Почвообрабатывающее орудие : а. с. 1093269 СССР, МПК А01В 35/26, А01В 13/08 / В. А. Федоров, И. Н. Листопадов, В. Я. Лимапев, В. А. Джамаль, Ю. В. Майданников, И. М. Шапошников ; Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Украинский научно-исследовательский институт защиты почв от эрозии. – № 3451978/30-15 ; заявл. 14.06.82 ; опубл. 23.05.84.
12. Рабочий орган для послонной безотвальной обработки почвы : пат. 139415 Российской Федерации, МПК А01В 35/20, А01В 35/26 / Г. Г. Пархоменко, И. В. Божко, А. В. Громаков, С. И. Камбулов, В. Б. Рыков ; заявитель Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук. – № 2013148673/13 ; заявл. 31.10.2013 ; опубл. 20.04.2014.