

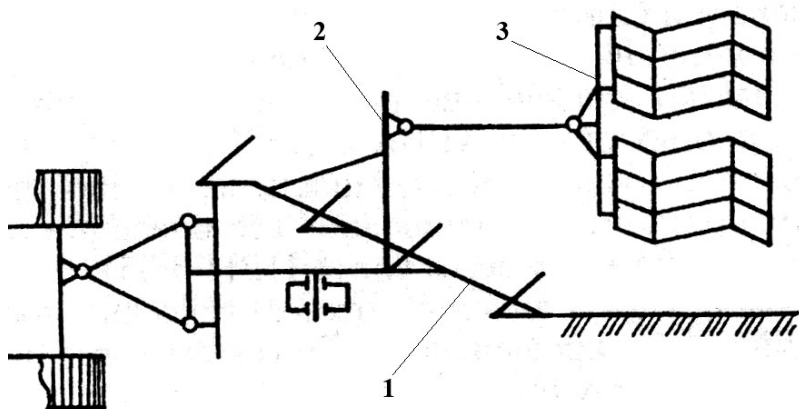
## **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА ПАХОТНЫХ АГРЕГАТАХ**

**Ф. И. Назаров**, канд. техн. наук, доцент  
**И. С. Крук**, канд. техн. наук, доцент  
УО «Белорусский государственный аграрный  
технический университет»,  
Минск, Республика Беларусь

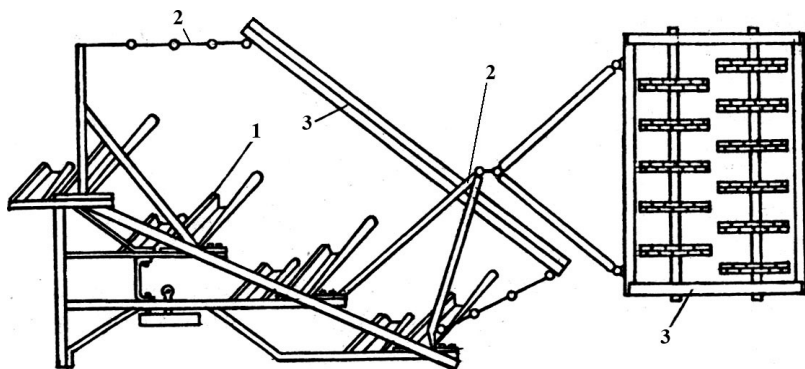
**Аннотация.** Представлен обзор конструкций орудий и приспособлений, предназначенных для поверхностной обработки почвенных пластов при вспашке оборотными плугами. Даны научные рекомендации по обоснованию параметров их установки при различных способах агрегатирования.

Анализ тенденций развития систем обработки почвы свидетельствует о том, что вспашка с оборотом пласта, хоть и является наиболее энергозатратной почвообрабатывающей операцией, продолжает оставаться преобладающим приемом основной обработки почвы. Эффективная основная обработка возможна плужными корпусами, обеспечивающими неразрывный и полный оборот почвенного пласта и заделку растительных остатков, повышение биологической активности почвы, уменьшение засоренности сорняками, улучшение водного режима и азотного питания растений. Качественная и своевременная основная обработка позволяет не только сохранить накопленную почвой влагу, заложить основу будущего урожая, но и снизить затраты на проведение последующих почвообрабатывающих операций, система которых определяется типом и структурой почвы. Так, для тяжелых почв характерен узкий интервал времени, в течение которого возможна их качественная обработка. Вспашка сухой почвы такого типа недопустима, так как пашня получается глыбистой. При более высокой влажности почва практически не крошится, а с наступлением сухой погоды быстро пересыхает, образуются комки больших размеров, которые трудно разрушаются рабочими органами культиваторов. В результате этого пашня становится глыбистой, ухудшается крошение, что приводит к некачественной подготовке почвы к севу и неравномерной заделке семян и в конечном итоге отражается на урожае. Поэтому

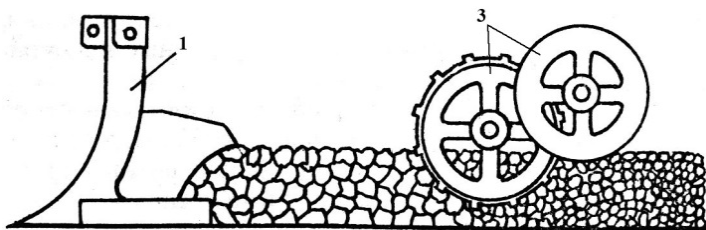
поверхностный слой поля после вспашки тяжелых почв должен быть разрыхлен и выровнен. Для рациональной загрузки энергетических средств, повышения качества основной обработки и снижения энергетических затрат на выполнение последующих почвообрабатывающих операций в конструкциях плугов широко применяются различные дополнительные устройства для поверхностной обработки почвенных пластов (рис. 1).



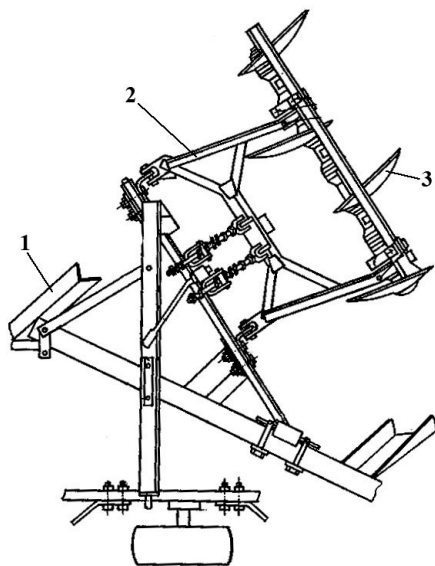
*a*



*б*



а



б

Рис. 1. Схемы приспособлений для поверхностной обработки почвенного пласта в конструкциях пахотных агрегатов:  
 а – с использованием зубовых борон; б, в – с использованием катковых приставок;  
 г – с использованием дисковой секции бороны;  
 1 – плуг; 2 – прицепное устройство; 3 – дополнительное приспособление

Данные устройства обеспечивают разрушение комков и предотвращение образования глыб, более тесное размещение почвенных агрегатов, увеличение капиллярной пористости, создание более однородного состояния обрабатываемого слоя, частичное выравнивание

поверхности почвы и сохранение накопленной влаги. С агротехнической точки зрения применение дополнительных устройств в конструкциях плугов позволяет оптимально использовать время, обеспечить требуемое качество подготовки почвы к посеву и совместить агротехнические приемы для борьбы с потерями почвенной влаги. Кроме того, качество обработки верхнего слоя почв легкого и среднего механического состава рабочими органами приставок позволяет подготовить их к посеву за один проход агрегата.

В настоящее время широкое применение в конструкциях пахотных агрегатов получили приставки, рабочими органами которых являются различные катки. В зависимости от способа агрегатирования их можно разделить на навешиваемые спереди трактора (рис. 2, *а*), навешиваемые на раму плуга (рис. 2, *б*) и прицепные (рис. 2, *в*).



*а*



*б*



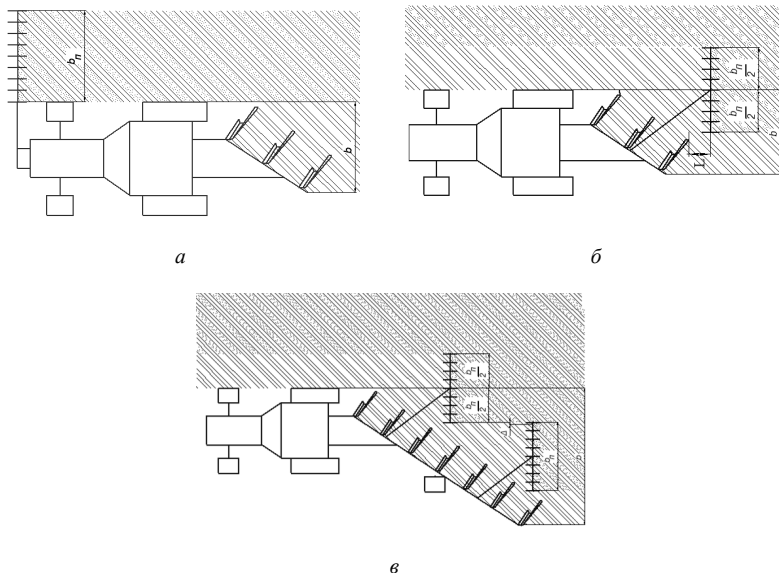
*в*

Рис. 2. Схемы установки приставок на пахотных агрегатах:  
*а* – навешиваемые спереди трактора; *б* – навешиваемые на раму плуга;  
*в* – прицепные

Рассмотрим агрегат, состоящий из навесного плуга и приставки, навешенной спереди трактора (рис. 3, *a*).

Из представленной схемы можно выделить несколько условий установки приставок на переднюю навеску трактора.

Основными условиями являются отсутствие необработанного пласта почвы и наличие повторного прохода рабочих органов приставки по уже пройденному или не вспаханному участку.



$b$  – ширина захвата плуга;  $b_n$  – ширина захвата приставки;  $\Delta$  – перекрытие

Рис. 3. Схема установки приставок:

$a$  – спереди трактора;  $б$  – навешенная на раму навесного плуга;

$в$  – навешенные на раму полунавесного плуга

Для качественной и согласованной работы рабочих органов комбинированного пахотного агрегата необходимым является соблюдение условия

$$B = b_n,$$

где  $B$  – ширина захвата плуга, м;

$b_n$  – ширина захвата приставки.

Рассмотрим пахотный агрегат, на котором приставка устанавливается на раму навесного плуга (рис. 3, б).

При данном способе установки одна половина приставки обрабатывает только что обернутый слой почвы, а вторая – половину предыдущего ряда.

Анализируя данную схему, можно выделить основное условие эффективной работы комбинированного пахотного агрегата – почва, сходящая с отвалов корпусов плуга, должна осесть на поле до прохода рабочих органов приставки, т. е. не должна попадать на ее рабочие органы.

Рассмотрим пахотный агрегат, на котором приставка установлена на раму многокорпусного полунавесного плуга (рис. 3, в).

Анализируя данную схему, можно выделить условия эффективной работы для приставки, установленной на раму многокорпусного плуга: отсутствие необработанного пласта почвы; почва должна сойти с отвала корпуса плуга и осесть на поле до прохода рабочих органов приставки для обеспечения качественной обработки почвы по всей ширине захвата приставки; при работе должно отсутствовать перекрытие  $\Delta$  от проходов приставок.

Геометрические размеры приставок выбираются в зависимости от способа установки их на пахотных агрегатах и ширины захвата плуга. При этом следует учитывать, что важными показателями параметров установки, влияющими на энергоемкость процесса, являются перекрытие хода приставок и для прицепных и навешиваемых на раму плуга приставок – наименьшее расстояние в направлении движения между осью приставки и корпусом плуга. Это расстояние определяется из условия полного оседания частиц почвенного пласта на поверхность поля до прохода катковой приставки. В результате исследований закономерностей движения почвенного пласта по рабочей поверхности корпуса плуга были получены зависимости для определения:

– дальности отбрасывания почвенного пласта корпусом плуга:

$$\begin{cases} x_n = \frac{v_{nB} \sqrt{2gh_B}}{g} \cos \alpha_n + \frac{a}{2}, \\ y_n = \frac{v_{nB} \sqrt{2gh_B}}{g} \cos \beta_n + \frac{a}{2} + v_{n0} t_2, \end{cases}$$

где  $v_{пБ}$  – скорость движения пласта на кромке отвала в момент време-

ни  $t_1$ , м/с;

$a$  – глубина вспашки, м;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$h_B$  – расстояние от поверхности почвы до верхней кромки отвала, м;

$\alpha_n$  и  $\beta_n$  – углы наклона кромки отвала, град;

$v_{п0}$  – скорость движения пласта почвы по лемеху, м/с;

$t_2$  – время полета частиц почвы, с;

– скорости движения пласта на кромке отвала относительно корпуса плуга, поверхность которого в сечении, перпендикулярном лезвию лемеха, описывается в виде перевернутой циклоиды в момент схода:

$$v_{пБ} = \left( \left( \frac{\mu}{m_n} \right)^2 + \frac{g}{r_{ц}} \right)^{-\frac{1}{2}} e^{\frac{1}{2} \sqrt{\left( \frac{\mu}{m_n} \right)^2 + \frac{g}{r_{ц}}} t_1} \left( \left( \frac{F_T}{m_n} - g + \frac{v_{п0}}{2} \left( -\frac{\mu}{m_n} + \sqrt{\left( \frac{\mu}{m_n} \right)^2 + \frac{g}{r_{ц}}} \right) \right) \times \right. \\ \left. \times e^{-\frac{\mu}{2m_n} t_1} + \left( g - \frac{F_T}{gm_n} + \frac{v_{п0}}{2} \left( \frac{\mu}{m_n} + \sqrt{\left( \frac{\mu}{m_n} \right)^2 + \frac{g}{r_{ц}}} \right) \right) \right)$$

где  $m_n$  – масса пласта, кг;

$r_{ц}$  – радиус кривизны отвала, м;

$t_1$  – время движения почвы по корпусу плуга, с;

$F_T$  – тяговое сопротивление плуга, Н;

$\mu$  – коэффициент сопротивления, Н · с/м;

$$\mu = \eta \cdot b_{тп},$$

где  $\eta$  – динамическая вязкость почвы, Па · с;

$b_{тп}$  – размер почвенной частицы, м;

– времени движения почвы по поверхности корпуса плуга:

$$t_1 = \left( s + 4r_{ц} \left( 1 - \frac{F_T}{m_n g} \right) - v_{п0} \sqrt{\left( \frac{\mu}{m_n} \right)^2 + \frac{g}{r_{ц}}} \right) (v_{п0})^{-1},$$

где  $s$  – путь, пройденный пластом почвы за время  $t_1$ , м;

– времени полета частиц почвы:

$$t_2 = \frac{v_{пв} \cos \gamma_{п} \pm \sqrt{v_{пв}^2 \cos^2 \gamma_{п} + 2gh_B}}{g},$$

где  $\gamma_{п}$  – угол наклона кромки отвала, град.

Данные формулы позволяют определить основные конструктивные и технологические параметры катковых приставок и параметры их установки на раме оборотного плуга.

**Заключение.** При возделывании сельскохозяйственных культур большое внимание, наряду со снижением себестоимости и энергоемкости производства продукции, уделяется повышению ее качества и урожайности при сохранении плодородия почвы и экологии окружающей среды. Наиболее энергоемким и трудоемким процессом в технологии возделывания и уборки сельскохозяйственных культур является обработка почвы. Некачественная и несвоевременная обработка почвы может быть одной из причин целого ряда негативных последствий механизации: снижение плодородия, повышение плотности верхних слоев, усиление эрозионных процессов и возникновение проблемы почвосбережения. С целью повышения качества вспашки и снижения энергетических затрат на проведение последующих почвообрабатывающих операций пахотные агрегаты комплектуют дополнительными устройствами и орудиями, предназначенными для разделки и поверхностной обработки почвенных пластов.

В данной статье представлен обзор конструкций орудий и приспособлений, предназначенных для поверхностной обработки почвенных пластов при вспашке оборотными плугами. Даны научные рекомендации по обоснованию параметров их установки при различных способах агрегатирования и приведены зависимости для определения наименьшего расстояния установки устройств и орудий относительно ближайшего корпуса плуга.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Крук, И. С. Научные основы проектирования устройств для разделки и поверхностной обработки почвенных пластов к оборотным плугам [Текст]: монография / И. С. Крук, Ф. И. Назаров, Ю. В. Чигарев. – Минск: БГАТУ, 2021. – 226 с.