

## Анализ способов и технических средств для основной обработки почвы

*Е.М. Юдина, к.т.н., М.Р. Кадыров, доцент, Н.В. Малашихин, магистрант, ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ*

Повышение плодородия почв с увеличением продукции при сокращении затрат, средств, труда и времени на их производство является главной задачей земледелия. В технологическом процессе производства любых сельскохозяйственных культур значительное место занимает операция основной подготовки почвы, которая является, как правило, и наиболее трудоёмкой. Способы обработки почвы зависят от типа почвы, природно-климатической зоны и биологических особенностей возделываемой культуры [1].

**Материал и методы исследования.** За последнее десятилетие в основном утвердились два способа обработки почвы: отвальная и безотвальная вспашки, каждая из которых имеет ряд преимуществ и недостатков.

Недостатки отвальной обработки:

- 1) опасность эрозийных процессов;
- 2) отсутствие мульчирующего верхнего слоя, способного накапливать и удерживать влагу;
- 3) нарушение оптимальной плотности почвы.

Недостатки плоскорезной обработки:

- 1) способствование увеличению засорённости полей и в ряде случаев – снижению урожайности;
- 2) малоэффективная борьба с вредителями и болезнями растений;
- 3) невозможность заделки удобрений в почву.

Любая система обработки почвы должна учитывать:

- высокий уровень производства и высокую производительность труда при максимальном использовании природных и экономических условий;
- окультуривание почвы, повышение её плодородия;
- рациональную систему земледелия, зависящую от специализации хозяйства.

При возделывании зерновых практически во всех зонах Краснодарского края основную обработку почвы производят осенью, сразу после уборки. Чем раньше выполнена вспашка, тем выше урожай последующей культуры.

Почвы на Кубани очень неоднородны по своим свойствам, различаются по содержанию объёмного натрия, по составу солей, по реакции почвенного раствора, запасам питательных элементов. Вспашка почвы под зерновые с оборотом пласта 16–22 см приводит к тому, что удобрения (органические и минеральные) оказываются заделанными на глубину вспашки.

Поиск способов основной обработки почвы, снижающих отрицательное воздействие на почву водной и ветровой эрозии, привело к созданию и

внедрению в полеводстве почвозащитной системы земледелия, в основу которой положена плоскорезная обработка почвы. Многолетние исследования и широкая производственная практика показали, что плоскорезная обработка почвы в засушливых районах по сравнению со вспашкой обеспечивает повышение урожайности сельскохозяйственных культур [1, 2]. Однако ежегодная безотвальная обработка почвы ведёт и к негативным явлениям, что нельзя не учитывать в производстве.

Во-первых, повышается засорённость полей, особенно многолетними травами (сорняками), а при частых поверхностных и плоскорезных обработках увеличивается поражение зерновых культур зерновыми миями. Во-вторых, при безотвальной обработке достаточно сложно выдержать оптимальную глубину заделки органических и минеральных удобрений. В-третьих, при длительной поверхностной обработке уменьшается водопроницаемость и воздухопроницаемость почвы из-за уплотнения нижних слоёв.

Поэтому сочетание приёмов разноглубинной обработки почвы с преимуществом безотвального способа – основной путь оптимизации агрофизических свойств почвы.

Одним из направлений совершенствования почвообрабатывающих машин является создание комбинированных машин, выполняющих за один проход несколько технологических операций и снижающих тяговое сопротивление за счёт использования новых рабочих органов, осуществляющих обработку почвы с минимальными энергозатратами [3–5].

**Результаты исследования.** Установлено, что основная часть тягового сопротивления полевой доски затрачивается на преодоление сопротивления трения и лишь небольшая доля его идёт на преодоление сопротивления сжатия почвы. В условиях, когда сила тяги трактора и продольная составляющая сил сопротивления почвы создаёт пару, которая прижимает плуг к стенке борозды, полевые доски корпусов плуга испытывают ещё большее давление, обуславливая тем самым значительные бесполезные траты энергии.

Следовательно, для того чтобы избавиться от этой непроизводительной траты энергии, необходимо уравновесить боковую составляющую силы реакции почвы другой силой, равной по величине и обратной по направлению.

Известно также, что тяговое сопротивление рабочих органов почвообрабатывающих машин снижается, если обрабатываемый слой почвы скалывается в сторону дневной поверхности, почвенные частицы, отбрасываемые рабочим органом, в момент падения не сталкиваются с другим ра-

бочим органом или отражёнными им почвенными частицами. Обрабатываемый слой рыхлится по-слоино. Глубокий анализ изложенного материала, сопоставление результатов и выводов творческого изобретательства с современными требованиями к новым и вновь создаваемым почвообрабатывающим орудиям привели к новой идее.

В условиях недостаточного увлажнения почвы очень важно проводить рыхление пахотного и подпахотного горизонтов с целью оптимального накопления и равномерного распределения влаги в почве.

Комбинация глубокого рыхления подпахотного горизонта с одновременной поверхностной отвальной вспашкой обеспечивает концентрацию питательных веществ в зоне расположения корневой системы растений и запас влаги в подпахотном горизонте. Кроме того, оборот верхних слоёв почвы небольшой глубины, а нижние слои почвы не выносятся на дневную поверхность, обеспечивая сохранность аэробных бактерий. Кроме того, комбинированная технология обработки почвы позволяет растениям равномерно использовать влагу в течение всего вегетационного периода. Заслуживает внимания обработка, при которой верхний плодородный слой обрабатывается отвально, а нижний подпахотный горизонт взрыхляется безотвально.

Для комбинированной обработки почвы нами предлагается конструкция рабочего органа для отвально-безотвального рыхления, состоящая из корпуса для мелкой (до 14 см) отвальной вспашки и чизельного рабочего органа для глубокого (до 30 см) рыхления. Исполнительная поверхность последнего расположена в межкорпусном пространстве первого (рис. 1).

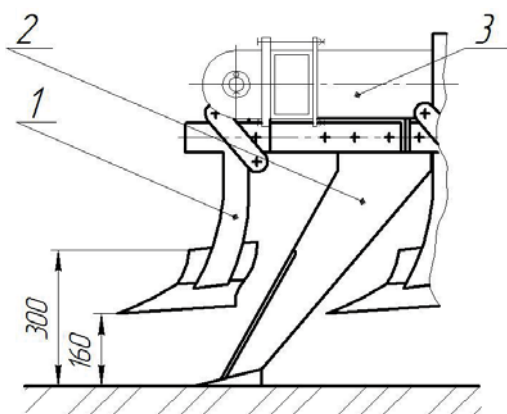


Рис. 1 – Комбинированный рабочий орган:  
1 – корпус для мелкой отвальной вспашки; 2 – чизельный рабочий орган; 3 – рама плуга

Кронштейн лемешно-отвальной поверхности и стойка рыхлителя крепится к раме плуга при помощи болтовых соединений. Для мелкой отвальной вспашки считаем рациональным и экономичным использовать предплужник ПЛЖ-0,2 с плуга ПЛН-5-35 с шириной захвата  $\varphi = 230$  мм и глубиной

обработки  $h_0 = 140$  мм. Для глубокого рыхления разработан специальный чизельный рабочий орган, исполнительная часть которого размещена в подкорпусном пространстве предплужника. Стойка с лапой соединены при помощи электросварки. Такая конструкция чизельного рабочего органа позволяет компактно разместить его и предплужник на раме плуга ПЛН-5-35 и обойтись без полевой доски [5].

Определим тяговое сопротивление агрегата, используя формулу:

$$R_{az} = \kappa_{пл} a \varphi_k n_k + \kappa_m \varphi, \quad (1)$$

где  $R_{az}$  – тяговое сопротивление машины, кН;

$\kappa_m$  – удельное тяговое сопротивление чизельных рабочих органов, кН/м;

$\kappa_{пл}$  – удельное тяговое сопротивление отвальных рабочих органов, кН/м<sup>2</sup>;

$a$  – глубина обработки отвальными рабочими органами, м;

$\varphi_k$  – ширина захвата отвального рабочего органа, м;

$\varphi$  – ширина захвата машины, м.

Расчёт показывает, что тяговое сопротивление комбинированного агрегата в 1,3 раза ниже значения тягового сопротивления плуга ПЛН-5-35. Рассчитаем рациональную скорость движения агрегата по формуле:

$$V_{рац} = \frac{M + \sqrt{M(M - 4CV_\mu \delta_d)}}{2C}, \quad (2)$$

где  $M$  и  $C$  – промежуточные математические выражения,  $M = 3,6 N_e^u \eta_m$ ,  $C = R_{az} + G(f \pm i/100)$ ;

$N_e^u$  – номинальная эффективная мощность двигателя трактора, кВт;

$\eta_m$  – механический КПД трансмиссии трактора;

$G$  – вес трактора, кН;

$f$  – коэффициент сопротивления качению трактора;

$V_\mu$  – пограничная скорость между недостаточным и достаточным сцеплением трактора с почвой, км/ч.

Пахотный агрегат, состоящий из трактора К-3180 и предлагаемого плуга, может работать со скоростью 13,5 км/ч, в отличие от пахотного агрегата с тем же трактором и плугом ПЛН-5-35, и это наглядно видно на потенциальной характеристике трактора (рис. 2) [6]. Увеличение скорости движения агрегата приведёт к увеличению производительности агрегата, снижению трудовых затрат, экономии топливно-смазочных материалов и соответственно к снижению денежных затрат на операцию.

Исследования электрических явлений, происходящих при контакте рабочего органа с почвой, показывают, что даже в случае неподвижного контакта орудие – почва возникает гальвано-ЭДС, обуславливающая коррозионные процессы [7, 8]. Электрические процессы могут существенно влиять на технологические и эксплуатационные параметры – износ, силу трения, прилипание. Износ

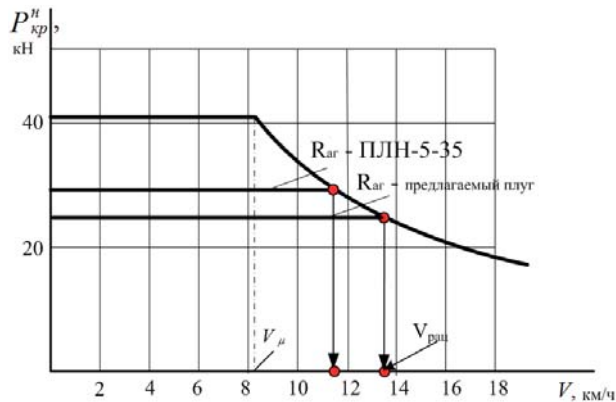


Рис. 2 – Потенциальная тяговая характеристика трактора К-3180

орудий почвообрабатывающих машин очень велик, поэтому даже незначительное снижение износа позволит получить существенный экономический эффект. Нанесение гальванических композиционных покрытий на основе железа на рабочие поверхности деталей предлагаемого агрегата позволит повысить их ресурс в условиях абразивного изнашивания [9, 10].

**Выводы.** Существенное влияние на агрофизические свойства и урожайность выращиваемых культур в зернопропашном севообороте при высоких показателях экономической эффективности оказывает рациональная система обработки почвы. Для этой цели на Кубани применяют отвальную и безотвальную вспашку, дисковые орудия. В этой связи использование комбинированного пахотного агрегата позволит сохранить агрономически ценную структуру почвы, повысить производительность операции и снизить энергоёмкость процесса основной обработки почвы. Эффективность агрегата может быть повышена за счёт совмещения нескольких технологических операций за один проход

машины, например, с одновременным внесением основного минерального удобрения.

Таким образом, обосновано эффективное применение комбинированного пахотного агрегата при обработке почвы. Агрегат в составе трактора К-3180 снижает тяговое сопротивление агрегата и увеличивает скорость его движения, что в свою очередь приводит к увеличению производительности как часовой, так и сменной.

### Литература

1. Юдина Е.М. Технологии в растениеводстве: учеб. пособие / Е.М. Юдина, Е.Ю. Авилова, С.А. Калитко [и др.]. Краснодар: КубГАУ, 2015. 119 с.
2. Maslov G.G. The improvement of the technology of winter wheat grain production for the purpose of energy saving / G.G. Maslov, V.T. Tkachenko, E.M. Yudina, M.R. Kadyrov, S.A. Kalitko // Biosci Biotechnol Res Asia. 2015. Т. 12. № 3. С. 2071–2080.
3. Юдина Е.М., Юдин М.О., Журий И.А. Перспективы создания отечественных комбинированных агрегатов для обработки почвы // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1. С. 46–50.
4. Metlev I.V., Yudina E.M., Kuznetsova E.E. Improvement of soil treatment methods // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. стат. по матер. 72-й науч.-практич. конф. студ. по итогам НИР за 2016 г. Краснодар, 2017. С. 976–978.
5. Юдина Е.М., Брусенцов А.С. К выбору рабочих органов почвообрабатывающего агрегата // Влияние науки на инновационное развитие: сб. стат. Междунар. науч.-практич. конф. Томск, 2016. С. 101–104.
6. Карабаницкий А.П. Теоретическое обоснование параметров энергосберегающих машинно-тракторных агрегатов: методич. указ. / А.П. Карабаницкий, Е.М. Юдина, В.В. Цыбулевский [и др.] / Под общ. ред. Г.Г. Маслова. Краснодар, 2014.
7. Безик Д.А., Гурьянов Г.В., Юдина Е.М. Электрические явления при обработке почвы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 52. С. 177–181.
8. Безик Д.А. О некоторых причинах возникновения трибо-ЭДС при обработке почвы / Д.А. Безик, Г.В. Гурьянов, Е.М. Юдина [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 56. С. 215–220.
9. Юдина Е.М. Стойкость композиционных покрытий при абразивном изнашивании / Е.М. Юдина, Г.В. Гурьянов, Ю.Е. Кисель [и др.] // Сельский механизатор. 2015. № 3. С. 34–35.
10. Юдина Е.М. Лазерное упрочнение композиционных электрохимических покрытий / Е.М. Юдина, Г.В. Гурьянов, Ю.Е. Кисель [и др.] // Сельский механизатор. 2015. № 2. С. 38–39.