

# ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

УДК 631.31

*В.А. Шмонин, доктор техн. наук*

*А.И. Панов, канд. техн. наук*

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЛУГОВ С АКТИВНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

На основании многочисленных исследований обоснована научная концепция совершенствования плугов путем оснащения их активными рабочими органами [1]. Это позволяет при обработке почвы учитывать особенности различных возделываемых культур, физико-механические свойства почвы, системы удобрения, снизить энергозатраты и уплотнение почвы.

На рисунке показаны основные схемы тягово-приводных почвообрабатывающих машин на базе лемешно-отвальных плугов.

Измельчение крупностебельных остатков кукурузы, подсолнечника и других культур с помощью дисковых орудий оказывается недостаточным. Исследования [2] показывают, что частицы длиной 15...20 см не только плохо заделываются в почву, но и медленно минерализуются, ухудшают водный и пищевой режимы почвы. Опытами установлено, что даже при запашке на глубину 30 см на поверхности остается 10...17 % незаделанных пожнивных остатков, а еще около 40 % располагается в верхнем (0...5 см) слое почвы. При последующей обработке культиваторами и боронами эти остатки извлекаются на поверхность и мешают работе машин для посева и ухода за посевами. Это ухудшает качество работы и снижает производительность агрегатов при

посеве пропашных культур на 25 %, при бороновании всходов — на 40 %, при междурядной обработке — до 37 %. При междурядной обработке сахарной свеклы повреждается растений на 25 %, а кукурузы и подсолнечника — на 12 % больше, чем на посевах тех же культур после колосовых предшественников.

Комбинированная машина с приспособлением для измельчения остатков крупностебельных культур (рисунок *a*) состоит из плуга 1, впереди которого находится фреза 2, ось рабочих органов которой расположена под углом к направлению движения агрегата таким образом, чтобы боковая составляющая разгрузила полевые доски плуга. Эффективность работы машины была исследована на полях после уборки кукурузы. Качество измельчения пожнивных остатков регулировалось частотой вращения вала фрезы, глубиной обработки и количеством ножей на диске.

Испытания показали, что наилучшее качество получается при длине измельчения 6...8 см и глубине фрезерования 8 см. При этом происходит наиболее равномерная заделка пожнивных остатков, создаются благоприятные условия водного, воздушного, теплового и биологического режимов разложения измельченных остатков, что подтверждено получением высоких урожаев последующих культур.

При установке фрезы сбоку и вдоль корпусов плуга (рисунок б) ножи измельчают и выравнивают верхний слой почвы. Благодаря расположению вала фрезы под углом к направлению движения разгружаются полевые доски плуга и снижается его тяговое сопротивление. Подбор формы ножей и частоты вращения вала фрезы позволяет обеспечить равномерное рыхление почвы на глубину заделки семян на любых типах почв при любой влажности. Глубину фрезерования устанавливают равной глубине последующего посева. Для подготовки почвы под посев на небольшую глубину фрезу снабжают кожухом, который препятствует разбрасыванию почвы, улучшает ее крошение и обеспечивает выравнивание поверхности поля как планировщик-разравниватель.

Все корпуса плугов с вращающимися отвалами (рисунок в) можно свести к двум схемам [1]:

- с укороченным лемехом и укороченным отвалом;
- с лемехом стандартной ширины и укороченным отвалом.

В результате исследований были разработаны, изготовлены и испытаны 8 различных форм вращающихся отвалов. Установлено, что на агротехнические и энергетические показатели существенное влияние оказывает форма ротора, взаимное расположение активной и пассивной части отвала, длина пассивного лемеха, режимы работы дискового лемеха, конструктивные параметры и режимы работы вращающегося отвала.

На основе теоретических и экспериментальных исследований новых корпусов были разработаны и испытаны плуги с комбинированными корпусами ПВО-2-30, ПВН-3-35, ПОД-4-40 и ПОД-5-35, из которых первый, второй и четвертый зарекомендовали себя и начали выпускаться. Плуги ПВО-2-30 и ПВН-3-35 серийно производились в Польше под марками PF-2-35 и PF-3-35.

Новые плуги прошли широкую многолетнюю проверку на МИС, в Агрофизическом институте, НИИСХ Юго-Востока и Сибири, что позволило установить их агроэкономическую эффективность в различных почвенно-климатических зонах и определить место в системе основной и предпосевной обработки почвы.

Замена пассивного отвала активным вращающимся отвалом позволила снизить потери мощности, затрачиваемой на преодоление сил трения пласта по отвалу и обеспечить необходимое качество крошения почвы.

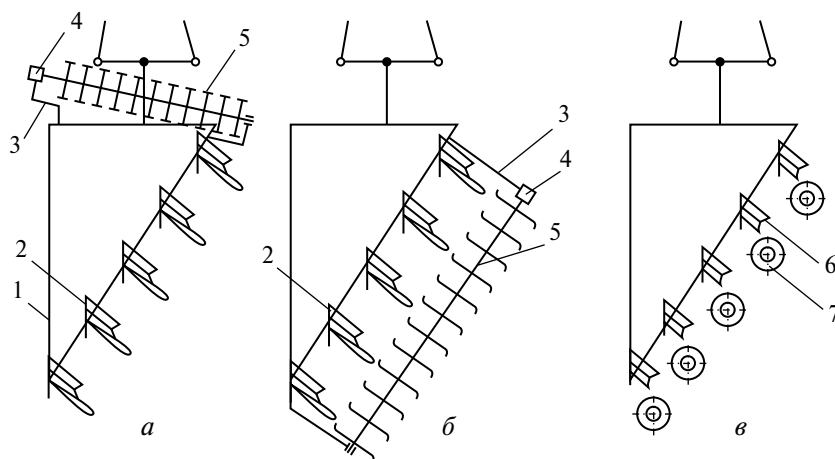


Схема тягово-приводных комбинированных почвообрабатывающих машин:

- а — измельчитель пожнивных остатков; б — фреза-выравниватель; в — вращающиеся отвалы; 1 — рама плуга; 2 — серийный корпус; 3 — кронштейны крепления фрезы; 4 — редуктор; 5 — фреза; 6 — корпус плуга с укороченным отвалом; 7 — вращающийся отвал

Укороченный лемех подрезает пласт лишь на две трети ширины захвата корпуса, остальная часть подрезается тарельчатым диском, закрепленном на нижнем конце вала вращающегося отвала. Это исключает сплошное образование уплотненного дна борозды (так называемой «плужной подошвы»).

Кроме того, при вращении рабочих органов по ходу движения сходящего отвала пласта возникает так называемая движущая сила, направленная в сторону перемещения агрегата, что позволяет на 17...35% снизить тяговое сопротивление плуга.

Оригинальная форма вращающегося отвала обеспечивает увеличение окружной скорости ножей (лопаток) снизу вверх. На вращающийся отвал поступает пласт, монолитность которого уже нарушена. Дальнейшее разрушение пласта на отдельные комки производят рабочие органы ротора за счет деформации растяжения пласта.

Комки из верхнего слоя почвенного пласта отбрасываются с небольшим опережением по времени относительно комков из нижних слоев, а, следовательно, плодородный слой остается наверху, что увеличивает урожайность. Также это позволяет получить выровненную поверхность без гребней и борозд, которая исключает 2...3 последующих прохода агрегатов с луцильником, культиватором и бороной.

Тягово-приводные почвообрабатывающие агрегаты с активными рабочими органами могут за один проход обеспечивать основную и предпосевную подготовку почвы, создать оптимальное сложение верхнего слоя с образованием мульчи для сохранения влаги. Исключение дополнительных операций предпосевной обработки почвы позволяет по сравнению с серийными лемешно-отвальными плугами снизить удельный расход топлива на 17...22,5%.

Активные рабочие органы обеспечивают снижение плотности верхнего слоя почвы, что особенно важно при выращивании корнеплодов. Испытания в различных почвенно-климатических зонах показали, что урожайность картофеля, озимой пшеницы, ячменя, кукурузы и других культур повышается на 8...35 %.

УДК 631.311.5

*С.К. Тойгамбаев, канд. техн. наук*

*В.А. Шмонин, доктор техн. наук*

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

*Н.К. Теловов*

Московский государственный университет природообустройства

## ВЛИЯНИЕ РЕЛЬЕФА ПОЛЯ НА ГЛУБИНУ РЫХЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ

**В** эксплуатационных условиях работы сельскохозяйственную машину можно рассматривать как динамическую систему с несколькими входными  $x_i$  и выходными  $y_i$  переменными.

Входные переменные представляют собой возмущающие воздействия, приложенные к различным точкам агрегата (сопротивление среды, неровности поверхности поля и др.), а выходные — технологические и энергетические параметры, определяющие качество работы машины и ее технико-экономические показатели (глубина рыхления, расход топлива и др.).

Так, для сельскохозяйственного глубокорыхлителя, состоящего из навесного рабочего органа и гусеничного трактора, динамическая модель может быть представлена схемой (рис. 1) с входными и выходными воздействиями.

К основным входным параметрам относятся неровности поверхности поля  $z(t)$ , сопротивление рыхлению  $F(t)$ , управляющие воздействия  $\lambda(t)$ . Выходными переменными могут быть глубина рыхления  $h(t)$ , расход топлива  $P(t)$ , смещение центра давления  $\Delta x(t)$  и как следствие изменение распределения давления под опорной частью движителя и тягово-сцепных свойств машины. Символ  $t$  означает, что указанные переменные явля-

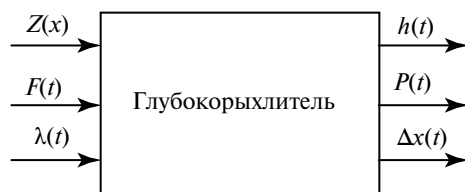


Рис. 1. Динамическая модель навесного сельскохозяйственного глубокорыхлителя

### Список литературы

1. Тягово-приводные комбинированные почвообрабатывающие машины. Теория, расчет, результаты испытаний / В.И. Ветехин [и др.]. — Киев: Феникс, 2009. — 264 с.
2. Каштанов, А.Н. Агроэкология почв склонов / А.Н. Каштанов, В.Е. Явтушенко. — М.: Колос, 1997. — 240 с.

ются функциями времени или пути. Эксплуатационные условия работы сельскохозяйственных рыхлителей позволяют считать все процессы  $x_i(t)$  и  $y_i(t)$  случайными в вероятностно-статистическом смысле.

Самоходные сельскохозяйственные машины являются многомерными системами с несколькими входными и выходными переменными, причем каждое входное воздействие может влиять одновременно на несколько выходов.

Так, сельскохозяйственный глубокорыхлитель с навесным рабочим органом при работе перемещается по поверхности поля с определенными неровностями случайного порядка. Опорная часть гусеничного движителя воспринимает входное воздействие в виде колебаний в вертикальной плоскости. Рабочий орган, расположенный за пределами опорной поверхности гусениц на определенном расстоянии, совершает вертикальные перемещения, являющиеся выходными воздействиями. Это приводит к изменению глубины рыхления, что в свою очередь влияет на загрузку двигателя, рабочую скорость и расход топлива. Кроме этого, колебания глубины приводит к изменению усилия на рабочем органе и смещению центра давления.

Увеличение глубины рыхления приводит к смещению центра давления в сторону ведущих звездочек движителя, увеличивает неравномерность распределения давления машины на грунт за счет увеличения сопротивления рыхлению. При этом ухудшается проходимость машины.

Для упрощения задачи при анализе процесса работы глубокорыхлителя в первом приближении можно принять воздействие одной перемен-