

Таблица 2. Показатели качества сливы и алычи крупноплодной

Наименование показателя	Характеристика и норма для сортов	
	первого	второго
1	2	3
Внешний вид	Плоды типичные по форме и окраске для данного помологического сорта	Плоды типичные и не типичные по форме и окраске для данного помологического сорта
Зрелость	Плоды однородные по степени зрелости, но не зеленые и не перезревшие	Допускаются плоды неоднородные по степени зрелости, но не зеленые и не перезревшие
Допускаемые отклонения		
Зажившие механические повреждения: в местах заготовки (хозяйство, заготпункт и др.) в местах назначения (магазин, торговая база, завод и др.)	До двух градобоин, не уродующих форму плода. Слабая потертость и легкие нажимы до 1 см ²	Градобоины, не более трех на плоде. Нажимы, потертость и сетка площадью не более 1/8 поверхности плода
	Допускаются зажившие трещины у ренклодов длиной до 1/3 наибольшего диаметра плода	
	До двух градобоин, не уродующих форму плода. Слабая потертость и легкие нажимы площадью до 2 см ²	Градобоины, не более трех на плоде. Нажимы, потертость и сетка площадью не более 1/4 поверхности плода, в том числе сетка не более 1/8 поверхности плода
Допускаются зажившие трещины у ренклодов длиной до 1/3 наибольшего диаметра плода		
Содержание плодов со свежими механическими повреждениями (трещины у плодоножки и помятые), % от массы, не более:		
	в местах заготовки	5
в местах назначения	10	20
Содержание плодов с зарубцевавшимися повреждениями вредителями, % от массы, не более		
	в том числе поврежденных плодовой жоркой	5
в том числе поврежденных плодовой жоркой	2	5
Загнившие и зеленые плоды	Не допускаются	

УДК 631

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН КАК ОБЪЕКТА КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Кулащик Н.Ф. (БГАТУ)

Состояние отечественного и мирового производства плугов

Производство плугов было организовано на предприятиях Республики Беларусь после распада СССР и разрыва существовавших хозяйственных связей. Для производства плугов использовались производственные мощности, оказавшиеся не задействованными в связи с падением объемов производства основной продукции.

Выпуск 3-х корпусных навесных плугов общего назначения с шириной захвата корпуса 35 см налажен на РУП «МЗШ», РУМП «Кузлитмаш» и ОАО «Оршаагропромаш» Минсельхозпрода. Конструкция плуга частично унифицирована с аналогичным плугом ПО «Одесса-почвомаш», но выполнена на более высоком техническом уровне. Для улучшения заделки

растительных остатков корпуса плуга укомплектованы углоснимами, а отвал имеет полувинтовую поверхность. Составная конструкция отвала и оборотная боковина повышают ресурс изнашиваемых деталей и уменьшают массу запчастей. Рабочая скорость плуга составляет 6-8 км/ч и является приемлемой для производственных условий большинства хозяйств республики.

Для обработки каменистых почв на РУП «МЗШ» освоено производство навесного 3-х корпусного плуга для каменистых почв, в механизме защиты которого использованы цилиндрические пружины растяжения. По сравнению с гидропневматическим защитным механизмом такой механизм проще в эксплуатации, исключается применение дорогостоящих гидроузлов, масла и азота. На РУМП «Кузлитмаш» для каменистых почв освоено производство 3-х корпусных плугов с гидропневматической системой защиты. Предприятие ОАО «Оршаагропромаш» для обработки почв, засоренных камнями, выпускает 3-х корпусный плуг с пружинными предохранителями.

При анализе технического уровня выпускаемых плугов необходимо отметить низкий уровень унификации деталей корпусов. Так, выпускаемые различными заводами-изготовителями 3-х корпусные плуги не унифицированы между собой по ряду деталей и лишь частично унифицированы с базовым аналогом плугом ПЛН-3-35 ПО «Одессапочвомаш».

Общий объем выпуска 3-х корпусных плугов за 2004-2005 гг. на РУП «МЗШ», РУМП «Кузлитмаш» и ОАО «Оршаагропромаш» составил 924 шт., в том числе в исполнении для каменистых почв – 313 шт.

На предприятиях - ОАО «Лидсельмаш» и ПО «Гомсельмаш» освоено производство навесных трехкорпусных плугов общего назначения с шириной захвата корпуса 30 см. Общий конструктивный недостаток этих плугов - небольшая ширина захвата корпуса, что приводит к уплотнению обработанной почвы в откосе борозды колесами трактора, ухудшению оборачиваемости пласта, забиванию корпусов плуга растительными остатками. По заключению МИС использование таких плугов возможно лишь в определенных условиях - на легких старопахотных почвах, свободных от камней и растительных остатков. Эти плуги по техническому уровню и производительности уступают плугам, производимым на РУП «МЗШ», их конкурентоспособность достигается за счет относительно невысокой стоимости и простоты в эксплуатации.

На РУП «МЗШ» разработаны и серийно выпускаются плуги общего назначения ПЛН-4-35П и ПЛН-5-35П в двух модификациях для агрегатирования с тракторами ДТ-75, Т-150К и трактором МТЗ-1221. Освоено производство навесных плугов общего назначения ПЛН-5-35П на РУМП «Кузлитмаш». Общий объем выпуска 4 и 5-корпусных плугов, агрегируемых с тракторами тягового класса 2, на этих предприятиях в 2004...2005 гг. составил 500 шт.

Филиал МЗКТ «Волат-Агро» по типу навесного плуга фирмы «Kverneland» освоил производство плуга модели ПКМ-(3+1+1)-35, предназначенного для обработки каменистых почв. Модульная конструкция рамы позволяет создавать на базе одного плуга 3, 4 и 5-корпусные плуги, агрегируемые с тракторами МТЗ-80/82, 1221, 1522. Для защиты корпусов плуга от камней применены рессоры, которые отличаются малой металлоемкостью. В 1999 году по рекомендации МИС выпущена опытная партия этих плугов в количестве 233 шт. Хозяйственная проверка плуга выявила ряд существенных недостатков, связанных с прочностью основных элементов плуга (плоской пружины, грядиля) и технологической надежностью. На предприятии были проведены работы по совершенствованию технологии изготовления и внесены коррективы в конструкцию плуга. В 2000 году доработанный плуг прошел приемочные испытания на Белорусской МИС и рекомендован к серийному производству.

На РУП «МЗШ» для обработки каменистых почв разработан и освоен в производстве 4-х корпусный навесной плуг, агрегируемый с трактором МТЗ-1221. Разработаны также конструкции пяти-шестикорпусных полунавесных плугов для каменистых почв с предохранителями пружинного типа. В конструкциях плугов использованы отдельные элементы по типу

современных зарубежных конструкций. Плуги в 2000г. прошли приемочные испытания на Белорусской МИС и рекомендованы к постановке на производство.

На РУП «МЗШ» разработаны и изготовлены конструкции пяти-шестикорпусных плугов для каменистых почв по типу плугов фирмы «Kverneland» серии ВВ-100, оснащенные механизмами регулирования ширины захвата корпусов в пределах 30-50 см и предохранителями рессорного типа. Плуги прошли в 2000 – 2005гг производственную проверку в хозяйствах Смолевичского и Столбцовского районов. В текущем году будут проведены на Белорусской МИС приемочные испытания.

На предприятии ОАО «Оршаагропромаш» для агрегатирования с трактором МТЗ-1221 разработаны 4-х корпусные плуги - общего назначения и для каменистых почв с механизмом защиты пружинного типа. В 2000 году изготовлена опытная партия таких плугов для проведения испытаний. Предприятие проводит опытно-конструкторские работы по созданию конструкции шестикорпусного модульного плуга (4+1+1), оснащенного корпусами по типу фирмы «Kverneland».

Анализ номенклатуры, технического уровня и особенностей производства, выпускаемых отвально-лемешных плугов, позволяет сделать следующие выводы:

1. Конструкции выпускаемых плугов, как правило, не отличаются новизной конструктивных решений. Выпускаемые плуги представляют собой модернизированные конструкции плугов ПО «Одессапочвомаш», которые были разработаны 15-20 лет назад. Выпускаемая номенклатура плужных корпусов ограничена, в результате не обеспечивается качество вспашки в различных естественно-производственных условиях. Необходимо обеспечить разработку и освоение производства типоразмерного ряда сменных плужных корпусов (полувинтовых, винтовых, пластинчатых).

2. Плуги, выпускаемые различными заводами-изготовителями, не унифицированы между собой. Низкий уровень унификации деталей корпусов, особенно быстроизнашиваемых деталей (долота, лемеха, полевой доски), вызывает затруднения при их приобретении для потребителей и определенную сложность для изготовителей данных деталей. Необходимо провести унификацию элементов конструкций плугов с целью максимального использования литья и прокатных профилей, изготавливаемых в РБ, и организации централизованного производства ряда деталей (грядиль, башмак корпуса и др.).

3. Плуги производятся практически одной прочностной категории без учета зональных условий их применения, что приводит к перерасходу металла при изготовлении и топлива при вспашке. Необходимо проведение исследований по определению типов и параметров пахотных агрегатов, адаптированных к различным почвенно-климатическим и производственным условиям республики.

4. Выпускаемые плуги не оснащаются дополнительным оборудованием для поверхностной обработки почвы и почвоуглубления. Для улучшения агрофизических свойств почв и повышения урожайности сельскохозяйственных культур требуется широкое применение плугов, оснащенных приспособлениями для дополнительной обработки почвы и почвоуглубления.

5. Используемые при производстве плугов приспособленные площади, применяемое оборудование и технологии не позволяют ликвидировать дефицит плугов и быстроизнашиваемых деталей, а также разрабатывать и осваивать конкурентоспособные по цене и техническому уровню плуги. Практически для всех предприятий-изготовителей плугов требуется техническое перевооружение производства и совершенствование технологии их изготовления.

6. Существенным недостатком при организации работ по созданию и производству конкурентоспособных плугов является отсутствие в организациях республики научного обеспечения такой тематики. Работы по выбору прогрессивных рабочих органов и конструкций, определению оптимальных параметров пахотных агрегатов, внедрению прогрессивных технологий изготовления деталей и их упрочнения заводы выполняют самостоятельно.

Для повышения качества выпускаемых плугов в РБ была принята программа, разрабо-

танная во исполнение протокола технико-экономического совета Министерства промышленности Республики Беларусь от 13 апреля 2000г. («Целевая программа создания и постановки на производство конкурентоспособных плугов и запасных частей к ним»).

Программа является первым этапом в решении проблемы самообеспечения отвально-лемешными плугами, агрегируемыми с тракторами производства ПО «МТЗ», и ориентированными на структуру пахотных площадей РБ и ее почвенно-климатические условия.

При анализе технического уровня зарубежных отвально-лемешных плугов можно отметить широкую номенклатуру навесных и полунавесных плугов для отвальной и гладкой вспашки к тракторам сельскохозяйственного назначения мощностью от 10 до 200 кВт выпускают в основном фирмы: в США и Канаде - Deer Corp Case International Harvester, Ford, Massey-Fergusson; в Западной Европе - Eberhard, Rabenwerke, Lemken (Германия), Huard, Ebra, Kuhn, G. Besson (Франция), Ramsons, McConnel, Howard (Великобритания), Vogel-Noot (Австрия); в Скандинавии - Overums Bruk (Швеция), Kverneland (Норвегия), Fiskars (Финляндия).

Для предохранения корпусов от поломок большинство моделей оснащается предохранителями различного типа: со срезным болтом, пружинными, рессорными, гидропневматическими. Все типы предохранителей, кроме первого, обеспечивают автоматический возврат корпуса в рабочее положение без остановки агрегата после срабатывания и прохода над препятствием.

Для зарубежных отвально-лемешных плугов характерны следующие особенности конструкции:

1. Все фирмы предлагают потребителю широкую номенклатуру плужных корпусов (не менее 5...7 типоразмеров), отличающихся шириной захвата, формой и типом лемешно-отвальной поверхности. Широкий выбор плужных корпусов позволяет потребителю подобрать наиболее подходящие для своих почвенных и хозяйственных условий, что обеспечивает высокое качество вспашки и снижение энергозатрат.

2. Рамы изготавливаются из замкнутых профилей высокой прочности квадратного или прямоугольного сечения. Для изготовления плугов используются качественные низколегированные стали. Башмаки и стойки корпусов имеют штампованные и литые конструкции. Все детали проходят термическую обработку.

3. Для повышения долговечности плужные корпуса изготавливают составными со сменными быстроизнашивающимися частями (грудь, крыло, долото), а отвалы - из трехслойной стали с мягкой сердцевиной и твердыми наружными слоями.

4. Высокая долговечность лемехов и накладок (по сравнению с уровнем отечественного производства в 2-3 раза) достигается за счет применения качественных легированных сталей и различных упрочняющих технологий при изготовлении и термообработке.

5. Навесные и полунавесные модели агрегируются с тракторами, оснащенными САР. Поэтому конструкции плугов значительно упрощены, по сравнению с отечественными аналогами.

6. Некоторые фирмы взамен дисковых ножей со стороны бороздного обреза корпуса устанавливают пластинчатый нож «акулий плавник», который разрезает пласт и обеспечивает ровную стенку борозды.

7. При агрегатировании с тракторами для снижения трудозатрат, повышения безопасности навешивания и удобства в обслуживании навесные и полунавесные плуги оснащаются автоматическими и полуавтоматическими сцепками.

8. Высокое качество обработки почвы достигается применением дополнительных приспособлений в виде катков, борон, выравнивателей и т.п.

9. Крепеж изготавливается из конструкционных и легированных сталей и, как правило, имеет металлическое антикоррозионное покрытие.

Характерные особенности организации производств на европейских плугостроительных предприятиях:

- индивидуальная сборка и комплектация машин по конкретным заказам потребителей

(конвейерную систему сборки частично используют лишь самые крупные компании);

- активные кооперационные связи; сокращение на сборочных предприятиях, имеющих известную торговую марку, операций общей металлообработки, вспомогательных, подготовительных процессов и операций; размещение заказов на специализированных металлообрабатывающих и других предприятиях;

- окраска собранных машин осуществляется погружением в ванны с последующей горячей сушкой в термических камерах; применяются экологически безопасные водорастворимые краски.

Для выпуска отечественных плугов не уступающих по технико-экономическим показателям лучшим мировым аналогам необходимо осуществить производство плугов с изменяемой шириной захвата, комплектуемых нерегулируемыми и регулируемыми плужными корпусами, которые должны оснащаться менее энергоемкой отвальной поверхностью. Данные плуги должны удовлетворять агротехническим требованиям при вспашке по ОСТ 70.4.1-80, СТБ 1388-2003

Глубина заделки растительных остатков $h_{з АТТ} \geq 12$ см.

Полнота заделки растительных остатков $\delta_{з АТТ} = 100\%$.

Гребнистость пашни $h_{гр. АТТ} \leq 5$ см.

Крошение почвы $\delta_{кр АТТ} \geq 71\%$.

Устойчивость работы плужных корпусов по глубине: $G_{а АТТ} \leq \pm 2$ см.

Устойчивость работы плужных корпусов по ширине захвата оценивается коэффициентом вариации ширины захвата $v_{ВАТТ}$, который не должен превышать от средней ширины захвата орудия $B_{ср}$

$$v_{ВАТТ} \leq 10\%.$$

Поэтому необходимо осуществлять компьютерное моделирование работы плуга в почве в агрегате с трактором. При этом использовать при компьютерном моделировании тягово-сцепные характеристики трактора, удельное сопротивление почвы и геометрические и силовые характеристики плужного корпуса. В данном отчете отражены основные этапы методики оптимизации пахотного агрегата, которые могут быть использованы для компьютерного моделирования плугов высокого технического уровня.

Анализ проблемы повышения эффективности пахотных агрегатов на стадии их проектирования

Анализ развития мировых тенденций механизации основной обработки почвы и систематизация имеющихся промышленных и опытно-конструкторских разработок почвообрабатывающих машин позволяет выделить основные пути повышения ее эффективности:

1. Оптимизация параметров и режимов работы плугов.
2. Оптимизация параметров рабочих органов.
3. Снижение трения рабочих органов с почвой.
4. Снижение энергозатрат на крошение почвы.
5. Активизация воздействия рабочих органов на почву.
6. Глубокая обработка почвы без оборота пласта.

Значительное повышение производительности и снижение энергозатрат пахотного агрегата может быть достигнуто следующими путями:

1. Конструктивными усовершенствованиями рабочих органов, способствующими снижению удельного сопротивления плуга.
2. Выбором ширины захвата плуга, при которой обеспечивается рациональная загрузка двигателя трактора.

3. Выбором рабочей скорости агрегата, при которой тяговый КПД трактора будет иметь максимальное значение, что может быть достигнуто только для плугов, у которых удельное сопротивление в конкретных почвенных условиях в рабочем скоростном диапазоне может быть получено не зависящим от скорости вспашки.

Удельное сопротивление плуга в конкретных почвенных условиях определяется геометрическими параметрами и конструкцией рабочих органов, а также конструктивными особенностями плуга в целом и схемой его агрегатирования с трактором. Удельное сопротивление плуга, укомплектованного традиционными плужными корпусами, возрастает с ростом рабочей скорости по параболической зависимости, что ведет к росту энергетических затрат на вспашку. Снижение энергетических затрат традиционных плужных корпусов возможно за счет использования ряда известных технических решений: роликовые рабочие поверхности, покрытие отвалов антифрикционными полимерами, газовая или водная смазка рабочих поверхностей. Более радикальное техническое решение этой задачи при работе плуга в широком скоростном диапазоне может быть реализовано за счет применения плужных корпусов с регулируемыми углами установки рабочей поверхности к стене борозды.

Из практики эксплуатации в определенных почвенных условиях пахотных агрегатов, оснащенных одинаковыми плужными корпусами, работающих при одной установленной глубине с одним и тем же энергетическим средством, известно, что за счет различных сочетаний рабочей скорости и ширины захвата (различное число корпусов), при которых достигается примерно одинаковая загрузка двигателя трактора, обеспечивается различная производительность за час основного времени. Это объясняется отмеченной выше нелинейной зависимостью удельного сопротивления плуга с серийными корпусами от скорости пахоты, а так же изменением номинального крюкового усилия трактора при работе на различных скоростях. Поэтому максимальная производительность пахотного агрегата может быть достигнута при определенном сочетании рабочей скорости и ширины захвата плуга, при которых обеспечивается рациональная загрузка двигателя трактора.

Технические решения, направленные на повышение эффективности основной обработки почвы, путем снижения трения рабочих органов плугов с почвой, как показала широкая практика их реализации, не позволяет достигнуть существенных результатов. Поэтому они могут найти применение как дополнительные конструктивные решения, повышающие эффективность работы плугов, в совокупности с основными: оптимальной шириной захвата и оснащением плугов корпусами с регулируемой геометрией.

Другие технические решения, связанные с выбором рациональной геометрии и типа плужного корпуса, а также обеспечивающие минимально необходимое крошение почвы, могут быть в определенной мере реализованы при создании корпусов с регулируемой геометрией.

Активизация воздействия рабочих органов на почву является важным направлением интенсификации основной обработки почвы, реализация которого обеспечивает высокую эффективность в определенных условиях работы, поэтому машины, работающие по данному принципу, не нашли широкого применения из-за их сложности и не могут быть направлены на полную замену орудий традиционной плужной обработки почвы.

Глубокая обработка почвы без оборота пласта нашла широкое применение в основном в зонах, подверженных ветровой эрозии, и в тех случаях, когда оборот пласта не является агротехническим приемом, направленным на борьбу с сорняками и на заделку органических удобрений.

Таким образом, важнейшими техническими решениями, направленными на повышение эффективности основной обработки почвы, являются:

1. Изменение рабочей ширины захвата плуга, что позволяет в меняющихся производственных ситуациях (глубина вспашки, тип почвы) рационально загрузить двигатель энергетического средства с учетом выбранной оптимальной скорости пахоты.
2. Совершенствование конструкции рабочих органов за счет выбора рациональных законов изменения угловых параметров для обеспечения минимальных энергозатрат и агротехнических показателей, соответствующих агротребованиям и не зависящих от рабочей скорости в определенном скоростном диапазоне.

Основные задачи по компьютерному моделированию проектных работ на стадии создания пахотных агрегатов

Анализ проблем повышения эффективности плугов на стадии их проектирования позволяет выделить следующие основные задачи по компьютерному моделированию проектных работ:

1. Разработка подсистемы, позволяющей оптимизировать основные параметры и режимы работы перспективных плугов.
2. Разработка подсистемы аналитического расчета энергетических затрат плужных корпусов.
3. Разработка подсистемы проектирования рабочих поверхностей лемешно-отвальных органов плугов.
4. Разработка подсистемы расчета рам плугов с учетом технологических нагрузок, действующих на рабочие органы.

При этом первая подсистема является основной, так как позволит выбрать применительно к меняющимся производственным ситуациям пахотной зоны (размеры полей и длина гона, диапазон изменения глубины вспашки под различные культуры, тип и состояние почвы) к определенному трактору: оптимальный тип плуга – навесной или полунавесной: тип плужного корпуса, которым должен оснащаться плуг с учетом скоростного диапазона его работы: важнейшие технические решения (например, изменяемая ширина захвата), которые должны закладываться в перспективную конструкцию.

Указанная подсистема должна позволить оптимизировать параметры плугов с учетом важнейших критериев эффективности их работы: удельных приведенных затрат, производительности, удельного расхода топлива и удельной материалоемкости.

В настоящее время разработаны д.т.н. В.В. Кацыгиным, к.т.н. В.И. Вайнрубом и к.т.н. И.М. Асябриком и углублены и развиты до практического применения д.т.н. А.А. Лептеевым математические модели, позволяющие оптимизировать основные параметры пахотных агрегатов на стадии их проектирования с использованием вышеуказанных технико-экономических критериев.

Вторая система позволяет проектировщикам на стадии разработки рабочих органов вести сравнительный анализ энергетических затрат различных проектируемых плужных корпусов между собой или серийными корпусами с целью выбора наиболее рационального типа корпуса по критерию энергозатрат с учетом ограничений на агротехнические показатели.

До недавнего времени отсутствовали приемлемые математические модели, позволяющие вести такой анализ. Обобщение и доработка имеющихся математических моделей, выполненная д.т.н. А.А. Лептеевым и инженером Н.Ф. Кулашиком, позволяет разработать указанную подсистему для практического ее использования в конструкторских разработках.

Разработка третьей подсистемы позволит заменить трудоемкий процесс графоаналитического проектирования, выполняемый конструктором на стадии разработки новых рабочих органов, компьютерным моделированием, что позволит существенно сократить сроки создания конструкций плугов для различных почв РБ.

Отметим, что вторая и третья подсистемы взаимосвязаны между собой, по исходным данным и некоторым критериям оптимизации.

Следует также отметить, что для разработки третьей подсистемы пока отсутствуют глубоко аргументированные математические модели, результаты, полученные к.т.н. Ж.Н. Горбатович требуют серьезной теоретической доработки для внедрения их в практику проектирования.

На наш взгляд, входной информацией для разработки данной подсистемы должна стать выходная информация второй подсистемы.

В последующих разделах приведено более детальное описание данных подсистем.