

шланга до культурной растительности. По условленному сигналу базовая машина и самопередвигающееся средство движутся по своим дамбам. Рабочий раствор через распылители шланга попадает на растения, обеспечивая их обработку.

После выполнения технической операции или при необходимости дозаправки резервуара рабочим раствором базовая машина и самопередвигающееся средство по сигналу останавливаются. При этом необязательно их синхронное идеальное расположение. Обгон или отставание любого из них не влияет на рабочий процесс ввиду того, что барабан настраивается на требуемый угол поворота и тем самым компенсируется их возможное несогласованное расположение.

В процессе работы барабан 11 поддерживает заданное натяжение каната, а эластичные подвески обеспечивают определенное положение гибкого шланга. Если расстояние между машинами уменьшается (нестандартные размеры чека, объезд препятствий), барабан, отрегулированный на определенный крутящийся момент, наматывает освободившийся канат, и тем самым поддерживает положение гибкого шланга. Если расстояние увеличивается, сила натяжения каната преодолевает крутящийся момент натяжного барабана и «освобождает» необходимую длину каната.

После завершения работы отсоединяют шланг и канат от базовой машины и наматывают на барабан для переезда на другой чек.

Использование предлагаемого средства механизации способствует повышению производительности труда примерно на пятьдесят процентов, при этом снижается расход топлива, исключается необходимость демонтажа оросительной сети на обрабатываемых промышленных клюквенных чеках [3].

Заключение

Внедрение в практику промышленного клюквоводства предлагаемых технических средства – для контактного уничтожения сорняков и опрыскивателя для промышленных плантаций клюквы крупноплодной, позволяет повысить качества выполнения работы, производственную и экологическую безопасность технологии ухода за клюквенными чеками, улучшить условия труда обслуживающего персонала.

Литература

1. Лягуский, В.Г. Экологическая безопасность химической защиты промышленных клюквенных плантаций / В.Г. Лягуский, Л.В. Мисун, В.Л. Мисун / Агропанорама. – 2007. – № 4. – с. 15-19.
2. Устройство для контактного внесения гербицидов: пат. 3916 Республики Беларусь на полезную модель, МПК (2006) А 01 С 15/00 / Л.В. Мисун, В.Л. Мисун, В.А. Агейчик; заявитель Белорус. гос. аграрн. технич. ун-т. – № и 20070209; заявл. 26.03.2007; опубл. 30.10.2007 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. / 2007. – № 5. – с. 159.
3. Опрыскиватель: пат. 9874 Республики Беларусь на изобретение, МПК 7 А 01 М 7/00 / В.Г. Лягуский, В.М. Гришук, Н.Г. Райкевич, Л.В. Мисун; заявитель Республик. науч. дочернее. унит. предприятие ин-т мелиорации – № а 20040388; заявл. 30.04.2004; опубл. 30.10.2007 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. / 2007. – № 5. – с. 44.

УДК 631. 356. 46

МОДУЛЬНЫЙ ПРИНЦИП КОМПОНОВКИ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

Буяшов В. П., Вергейчик Л. А., Портянко Г.Н., Ладыш Ю. И. (БГАТУ)

Широко изучены условия функционирования КУМ: конфигурация грядок при различных технологиях возделывания, размеры и структура поперечного профиля грядок, статистически исследованы выходные параметры рабочих органов машин. Разработана методика определения агротехнических допусков на точность вождения агрегатов с

учетом статистических характеристик объектов уборки и размеров приемной части уборочных машин.

Применение модульных КУК КМБ-2 и КМБ-2-01 на площади 30 га по сравнению с КПК-2-01 дает экономический эффект около 300 у. е., а на площади 50 га – свыше 400 у. е., снижаются затраты труда на 5,8 %, прямые эксплуатационные затраты – на 7,4%, приведенные затраты на 8,2%, материалоемкость уменьшается на 9%, сокращаются повреждения клубней в 1,3...2,0 раза.

Введение

Производство картофеля является одним из наиболее трудо- и энергоемких процессов сельскохозяйственного производства. В бывшем Советском Союзе уровень комбайновой уборки картофеля достигал 43% [1]. В 1980г. в парке было 68 тыс. картофелеуборочных комбайнов (КУК), а в БССР – 12,5 тыс. [2]. В последние годы наметилась тенденция к сокращению не только площадей, занятых картофелем в общественном секторе Республики Беларусь (РБ), но и парка картофелеуборочных машин (КУМ). Поступление в РБ новых комбайнов из России и Германии практически прекращено, так как комбайновый завод в г. Рязань переключился на выпуск другой продукции, а цены на машины фирм «Гримме», WM «Картофельтехник», «Амак», «Самро», «АВР», «Имак» очень высокие и хозяйства не в состоянии их приобрести. В настоящее время парк КУК в РБ сократился до 1,2 тыс. ед. и значительно постарел. Минсельхозпродом РБ было принято решение о создании КУМ, адаптированных к условиям РБ. В БГАТУ выполнялись НИОКР по проекту государственного заказа по развитию науки и техники, задание: «Исследовать, разработать и изготовить опытный образец модульного КУК для условий РБ» и по совместной подпрограмме союза Беларуси и России «Повышение эффективности производства картофеля и картофелепродуктов на 1998-2000гг.», а также по ранее действующим программам: «Разработка высокопроизводительных сельскохозяйственных агрегатов на базе высвобождаемого энергетического модуля для индустриального производства пропашных культур с использованием унифицированной базовой колеи и средств автоматического вождения агрегатов по ней на 1984...1990гг. и на период до 2000г.» и др. В настоящее время выполняется Государственная программа развития картофелеводства на 2006-2010 годы.

Основная часть

При создании КУМ ученые и конструкторы столкнулись с рядом технических трудностей. Поэтому, несмотря на острую потребность в экономичных, производительных и надежных машинах и большие усилия, затраченные в течение многих лет разработчиками как в бывшем СССР, так и за рубежом, комбайны, удовлетворяющие агротехническим требованиям и пользующиеся спросом потребителя, созданы лишь в последние 30 лет. Однако и эти конструкции нельзя считать вполне совершенными, так как КУК могут работать в узком диапазоне условий (легкие почвы оптимальной влажности со слабой засоренностью сорняками и твердыми примесями), на полях с высокой культурой земледелия.

Ранее при конструировании КУМ недостаточно учитывались реальные условия, имеющие место при их нормальном функционировании. В большинстве случаев при теоретических исследованиях рабочих органов за основу принимали статические модели, идеализируя реальные условия работы этих машин.

Возникает необходимость в моделировании технологических процессов (ТП) КУМ, то есть их математическое описание в конкретных условиях функционирования. Наиболее существенной особенностью условий функционирования машин для уборки картофеля является то, что они относятся к случайным с некоторой степенью неопределенности.

Условия функционирования КУМ в РБ разнообразны, а качество их работы и производительность зависит от того, из каких рабочих органов скомпонована машина, какой

диапазон регулировок предусмотрен, и какие способы управления ТП заложены в ее конструкцию.

Рациональное конструирование и компоновка современных КУМ должны быть направлены на увеличение их производительности и качества уборки, обеспечение их эффективного применения в различных почвенно-климатических зонах, а также на улучшение условий работы механизаторов путем автоматизации процессов.

Современные картофелекопатели-валкоукладчики имеют подкапывающие, сепарирующие (прутковые элеваторы), ложеобразующие (планировщики, катки) и валкообразующие рабочие органы (поперечный транспортер, сужающие щитки) [3]. Копатели-погрузчики, кроме подкапывающих и сепарирующих рабочих органов, могут иметь ботвоудалители, выгрузной транспортер и переборочные столы (АМАК) или бункер-накопитель (КПК-3), а комбайны, как правило, - переборочные столы с площадками для рабочих-переборщиков, отделители твердых примесей с бункером для них (Grimme DR1500, Wuhlmaus 2733 SB, Л-601 или без него Е-686 [4], площадки комбайнера (ККУ-2А, КПК-3). Более простые комбайны не имеют специальных отделителей твердых примесей (КПК-2-01, Wuhlmaus 2733 В), их отделение осуществляется рабочими-переборщиками.

Рабочие органы копателей-погрузчиков располагаются, как правило, в одном ярусе. С применением бункера-накопителя – в двух ярусах (КПК-3).

В 1992 г. в РБ было 11637 копателей и 8645 комбайнов, из них ККУ-2А – 2684 шт., КПК-2-01 – 449 шт. КПК-3 – 3278 шт., Е-684 и Е-686 – 2234 шт. [5], а прогноз на 2010 г. – 2000 шт.

Комбайны ККУ-2А и КПК-2-01 широко используются на легких и средних почвах с засоренностью камнями до 8 т/га. Однако производство комбайнов ККУ-2А прекращено в 1987 г., а выпуск комбайнов КПК-2-01 начат только в 1990 г. и в настоящее время прекращен. Большую часть парка КУК составляет КПК-3, которые при существующих 4-х рядных посадках не получили широкого применения из-за того, что подкапывающие рабочие органы подрезают клубневые гнезда картофеля при уборке стыковых междурядий, а поперечные шнеки повреждают до 30% клубней. Чистота картофеля в бункере при уборке участков, засоренных сорняками и камнями, очень низкая, так как нет переборочного стола, где должны работать переборщики.

Лучшей КУМ в РБ считается Е-686, которая прекрасно работает в легких и средних условиях при каменистости до 16 т/га, и трехрядный копатель-погрузчик Е-684 для почв без камней, однако поставки их из Германии прекращены. Они там не выпускаются. Прошли испытания на БелМИС КУМ Л-605 и Л-606 ОАО «Лидсельмаш», ПКК-2 и ПКК-2-02 ПО «Гомсельмаш».

Сельскохозяйственные производители нуждаются как в простых и дешевых уборочных машинах, так и в широкозахватных высокопроизводительных агрегатах. И те, и другие могут эффективно использоваться с современным энергонасыщенным пропашным трактором класса 1,4 [2]. Однорядные машины потребляют не более четверти мощности трактора при высоких затратах топлива на перемещение по полю самого трактора. При агрегатировании с пропашным трактором широкозахватных машин тенденция к повышению их энергонасыщенности не подтверждается возможностью реализации мощности на операциях с высоким тяговым сопротивлением (уборка картофеля): рост производительности отстает от роста мощности двигателя трактора.

Более высокий технический уровень имеют самоходные специализированные машины. Однако область их применения ограничивается низкой экономической эффективностью из-за того, что сложные и дорогие энергетические агрегаты (до 56% от стоимости всего комбайна) используются только один месяц в году, а остальное время простаивают без употребления. Поэтому как в РБ так и за рубежом ведутся интенсивные работы по созданию скомпонованных по модульному принципу энергетически автономных (по существу самоходных) машин, энергетические узлы которых могли бы использоваться

**Секция 1: Сельскохозяйственные машины и тракторы:
расчет, проектирование и производство**

на выполнении ряда операций, не только сельскохозяйственных, а технологическая часть, благодаря блочно-модульной компоновке, может быть приспособлена для различных условий функционирования.

С ростом ширины захвата машин, совмещением операции, а также повышением рабочих скоростей в несколько раз возросло тяговое сопротивление с/х машин для возделывания и уборки пропашных культур. Особенно это относится к корнеклубнеплодам, производство которых по интенсивным технологиям сопряжено с энергоемкими операциями по фрезерной обработке почвы и уборке урожая, требующими тягового усилия порядка 30 кН и выше. В то же время известно, что предельное тяговое усилие пропашных тракторов не превышает 20 кН и по конструктивным особенностям этих тракторов ожидать увеличения развиваемого ими тягового усилия не приходится. Применение тракторов общего назначения классов 3...5 исключено.

Поэтому агрегатирование с пропашными тракторами в рамках традиционной тяговой концепции не может обеспечить дальнейшего роста производительности труда при возделывании и особенно уборке корнеклубнеплодов. Решение этой проблемы было осуществлено путем создания многорядных дорогостоящих самоходных уборочных машин, что обеспечивает снижение затрат труда на уборке, но не дает экономического эффекта из-за их кратковременной сезонной загрузки.

С целью использования энергетических установок самоходных машин в течение года во всем мире ведутся работы по созданию универсальных самоходных шасси и универсальных энергосредств (УЭС) различного типа и назначения.

Понимая под модулем составную часть мобильного с/х агрегата, законченную в монтажном и функциональном (на уровне операций ТП) отношении, любой с/х агрегат можно выполнить из двух основных модулей: энергетического (ЭМ) и технологического (ТМ). Любой мобильный с/х агрегат может быть построен по принципу секущих плоскостей по вертикали и горизонтали с минимизацией числа связей.

Огромную работу в этом направлении проделал «Гомсельмаш» в РВ, ОАО ВИСХОМ» в России, фирмы Гримме, Нетагко и Холмер в Западной Европе. На базе универсального энергетического средства (УЭС) «Полесье» созданы машины для заготовки кормов из трав, для уборки зерновых культур сахарной свеклы; на базе ВЭМ-220 (высвобождаемого энергетического модуля разработаны машины для возделывания и уборки корнеклубнеплодов (ВИСХОМ); на базе МЭС-0,6 (модульного энергетического средства унифицированного по основным агрегатам с самоходным шасси Т-16МГ) создан комплекс машин для фермерских хозяйств овощеживотноводческого направления, позволяющий механизировать все операции, включая подготовку почвы, посев, уход за растениями, уборку и погрузочно-транспортные работы [6].

В качестве ЭМ для свеклоуборочных машин МКК-6, а ранее РКС-6 Днепропетровский комбайновый завод использовал трактор МТЗ-80, который устанавливался без колес на раму этих машин. Такой же способ агрегатирования применил Всесоюзный научно-исследовательский институт механизации с/х (ВИМ) для четырехрядного КУК КСКД-4.

В бывшем СССР для всех зон долгое время выпускался один КУК – ККУ-2 «Дружба», а затем модернизированный – ККУ-2А. Модификация комбайн ККУ-2А-05 для работы на почвах, засоренных камнями, так и не появилась в серийном производстве. В 70-е годы в серийном производстве на ПО «Рязсельмаш» был четырехрядный полуприцепной комбайн КKM-4, разработанный сотрудниками БИМСХ, ВИСХОМ и ГСКБ (г.Рязань). Однако из-за отсутствия то время пропашного трактора класса 2,0 он не нашел применения даже в средних условиях уборки. Самоходные комбайны-погрузчики КСК-4-1, выпускавшиеся небольшими партиями с начала 80-х годов, вскоре были сняты с производства, и появился КПК-3. Самоходный комбайн был унифицирован с прицепным ККУ-2А на 80% [7].

Научной специализацией кафедры «Сельскохозяйственные машины» Белорусского

государственного аграрного технического университета на протяжении четырех десятилетий является разработка новых и модернизация существующих технических средств уборки картофеля.

Одной из главных причин тому, что комбайны КПК-3 и КПК-2-01 не нашли широкого применения в республике является несовершенная конструкция подкапывающе-сепарирующей приемной части.

Лемешно-дисковые подкапывающие рабочие органы удовлетворительно выполняют свои функции на полях с достаточно точной шириной междурядий. В случае подкапывания стыковых междурядий комбайном КПК-3 при четырехрядных посадках наблюдается подрезание клубневых гнезд. Подрезание клубней может быть и на полях с неровным рельефом, а также с искривленными рядками картофеля в направлении движения уборочного агрегата.

Другим существенным недостатком комбайнов КПК является нестабильная глубина хода подкапывающих рабочих органов из-за высокого давления копирующих катков на поверхности картофельных грядков.

Технологическая схема КУК должна быть, по возможности, прямоточной, а не такой как у комбайнов КПК-3, КПК-2-01 и КПК-2-02 где технологическая масса перемещается в поперечном направлении с помощью шнеков, что приводит к большому количеству поврежденных клубней при уборке на почвах, засоренных камнями.

Учитывая, что подкапывающе-сепарирующая часть любой КУМ работает в более тяжелых условиях, чем другие рабочие органы, было принято решение заменить на комбайнах КПК их приемную часть серийным картофелекопателем КСТ-1,4А. При этом рама комбайна удлиняется на 640 мм. При необходимости копатель снимается с комбайна с оперативной трудоемкостью 3,5ч и используется как самостоятельная машина.

Таблица 1 – Техническая характеристика машин

Наименование показателей	Марка							
	КСТ-1,4А	КМБ-2	КМБ-2-01	КМБ-2-02	КПК-2-01	КПК-2-02	SE-150-60	GZ-1700DL
Производительность за 1 час основного времени	0,27...0,91	0,4...0,8	0,4...0,8	0,4...0,8	0,4...0,8	0,4...0,6	0,4...1,0	0,4...1,0
Масса, кг	1120	5070	4800	4200	5400	6480	8950	5700
Обслуживающий персонал, чел.								
тракторист	1	1	1	1	1	1	1	1
комбайнер	-	1	1	-	1	-	-	-
рабочие-переборщики	-	0...3	-	-	0...3	0...4	0...4	-
Вместимость бункера, кг								
Для картофеля	-	1500	1500	-	1500	1900	6000	-
Для камней	-	-	-	-	-	-	500	-
Засоренность участка, т/га ботвой и сорняками	до 6 до 10	до 6 до 7	до 6 -	до 6 -	до 45 до 8	до 45 -	до 45 до 28	до 45 -
Количество элеваторов, шт	2	3	3	3	3	2	2	3
Просвет между прутками, мм	30	30	30	30	30	33	15, 18, 21, 22, 24, 25, 30, 32, 35, 36, 40, 41, 43	

Разработано и обосновано семейство унифицированных, модульных, автоматизированных КУМ, адаптированных к условиям РБ, на базе комбайнов КПК-2-01, КПК-2-02, КПК-3, копателя-погрузчика Е-684 и копателей КСТ-1,4А, КСТ-1,4Г, КСТ-1,4Д и Л-670, включающее базовые машины [9]. КМБ-2 (комбайн модульный БГАТУ двухрядный

**Секция 1: Сельскохозяйственные машины и тракторы:
расчет, проектирование и производство**

для междурядий 70 см); КМБ-2Д – с дисково-лемешной приемной частью; КМБ-2А – для междурядий 70...90см и модификации: КМБ-2-01 и КМБ-2-01Д – без переборочных столов; копатели-погрузчики КМБ-2-02 и КМБ-4-02; КМБ-2-03 – комбайн с двухсекционным бункером для сбора клубней и примесей в отдельные секции; КМБ-2-04 – со щеточным отделителем твердых примесей и сбором их в отдельный бункер; КМБ-2-04М с отделителем мелкой фракции и сбором в отдельную секцию бункера (Таблица 1).

Заключение

Научная, практическая и экономическая значимость результатов исследований заключается в разработке моделей функционирования КУМ в виде многомерных объектов входными воздействиями, которых при различных рабочих скоростях, глубине подкапывания и определенных эксплуатационных регулировках рабочих органов являются: секундная подача компонентов картофельных грядок (почва, клубни, камни, ботва, сорняки), состояние компонентов (влажность, размеры, прочность комков и др.) и сопротивление движению машины, а выходными переменными являются: количество клубней и примесей в бункере; потери и повреждения клубней, состояние выходных переменных и мощность, затрачиваемая на выполнение ТП. Широко изучены условия функционирования КУМ: конфигурация грядок при различных технологиях возделывания, размеры и структура поперечного профиля грядок, статистически исследованы выходные параметры рабочих органов машин. Разработана методика определения агротехнических допусков на точность вождения агрегатов с учетом статистических характеристик объектов уборки и размеров приемной части уборочных машин.

Применение модульных КУК КМБ-2 и КМБ-2-01 на площади 30 га по сравнению с КПК-2-01 дает экономический эффект около 300 у. е., а на площади 50 га – свыше 400 у. е. [10], снижаются затраты труда на 5,8 %, прямые эксплуатационные затраты – на 7,4%, приведенные затраты на 8,2%, материалоемкость уменьшается на 9%, сокращаются повреждения клубней в 1,3...2,0 раза [11].

Литература

1. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. - 2-е изд. перераб. и доп. - М: Машиностроение, 1984. - 320с.
2. Республика Беларусь в цифрах. Краткий статистический сборник. Мн.. 1999. - 337 с.
3. Typentabelle von Schwadlegern/R.Peters //Kartoffelbau.-1993, № 6. – 228...232.
4. Typentabelle – Kartoffelsammelroder/R.Peters//Kartoffelbau. 1999. - №7. С.260...269.
5. Наличие тракторов, комбайнов и других сельскохозяйственных машин в колхозах, совхозах, сельхозпредприятиях и организациях по обслуживанию сельского хозяйства Республики Беларусь на конец 1993года.-Мн., 1994. 34с.
6. Хвостов В.А., Рейнгарт Э.С. Машины для уборки корнеплодов и лука. Теория, конструкция, расчет. - М.:Полимаг, 1995,- 391с,
7. Вергейчик Л.А., Буяшов В.П. Самоходный четырехрядный картофелеуборочный комбайн-погрузчик КСК-4-1 //Информационный лист. БелНИИТИ, Мн.,1986. - 4с.
- 8 Петров Г.Д., Карев Е.Б. Самоходные картофелеуборочные комбайны КСК-4. -М.: Агропромиздат, 1986, - 111с.
9. Вергейчик Л.А., Буяшов В.П. Состояние и пути решения проблемы механизации уборки картофеля. //Механизация сельскохозяйственного производства. Сб. научн. трудов, Т.IX. – Киев: Изд-во НАУ, 2000. -С.237...242.
10. Экономическая оценка унифицированных модульных картофелеуборочных машин. / В.П. Буяшов, И.П. Бусел, Н.Н. Кугач и др. // Агропанорама, 2004, № 1 –С. 24...25.
11. Протокол № 17-95П предварительных испытаний опытного образца комбайна картофелеуборочного модульного полунавесного элеваторного двухрядного КМБ-2. – Привольный, 1995. – 39с.