

3. Мелиоративные машины / Б.А. Васильев [и др.]; под ред. И.И. Мера. – М.: Колос, 1980. – 351 с.
4. Фирма «Колбонд» [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.colbond-geosynthetics.ru/cms_rus/generated/pages/products/enkadrain/uses/default.htm. – Дата доступа: 15.10.2012.

УДК 631.356/358

В.П. Буяшов

(УП «Тэкс Транс», г. Минск, Республика Беларусь)

И.В. Горбачев

(РАСХН, г. Москва, Российская Федерация)

Г.Н. Портянко

(УО «БГАТУ», г. Минск, Республика Беларусь)

В.А. Родионов

(РО «Белагросервис», г. Минск, Республика Беларусь)

**МАШИНЫ
ДЛЯ УБОРКИ
КОРНЕПЛОДОВ
И ЛУКОВИЧНЫХ
КУЛЬТУР**

Введение

В Республике Беларусь возделываются лук, морковь, сахарная, кормовая и столовая свекла, капуста, картофель и другие корнеплоды и овощи. Имеющийся парк машин для возделывания овощей ориентирован на технологию выращивания на гладкой поверхности, некомплектен, морально и физически устарел. В производстве овощей наметился переход на технологии их возделывания на узкопрофильных грядках, о высокой эффективности которых свидетельствует опыт западной Европы и Республики Беларусь.

Методика и материалы

Общие специфические особенности корнеплодов и луковичных культур:

- наиболее ценная часть урожая частично или полностью располагается ниже поверхности почвы;
- каждый плод имеет пучок ботвы, расположенной выше уровня почвы;
- каждое растение имеет один плод (корнеплоды, лук) или компактно расположенное гнездо (картофель, топинамбур).

Первая особенность характерна для более широкого круга культур, носящих общее название корнеплоды. Ею определяется ряд общих для всех корнеклубнеплодов операций (выкапывание, сепарация почвы, отделение примесей и др.).

Вторая и третья особенности присущи моркови, свекле, луку. При уборке извлечение из почвы происходит методом теребления за ботву, используются выжимные копачи и др.

Технологический процесс уборки корнеплодов и лука включает выполнение следующих операций:

- обрезка нетоварной части растений – ботвы;
- извлечение из почвы;
- отделение примесей;
- затаривание.

Перечень операций не зависит от вида корнеклубнеплодов. Поэтому до настоящего времени не прекращаются работы по универсализации машин, в частности попытки приспособить для уборки моркови и столовой свеклы картофелеуборочные машины, поскольку уровень механизации уборки картофеля более высок.

Однако эти попытки не имеют большого успеха, т.к. столовые корнеплоды труднее поддаются механизации из-за малых размеров плодов, низкой механической прочности и др. особенностей. Высок уровень механизации уборки сахарной свеклы. Тем не менее, и в этой области проблему механизации нельзя считать решенной. Особенно большие сложности возникают при уборке в экстремальных условиях: при повышенной влажности почвы и при работе в поздние сроки снижаются надежность и производительность машин; при пониженной – усложняется проблема очистки корнеплодов от твердых примесей (комки, камни) и возрастают повреждения корнеплодов из-за обрыва хвостовой части в процессе извлечения из почвы и потертостей поверхности при контакте с твердыми примесями в процессе сепарации почвы.

При создании корнеклубнеуборочных машин возникает необходимость в математическом моделировании технологических процессов и принятии многоступенчатых решений, от стратегических до частных. Технические решения при этом характеризуются многовариантностью и многокритериальностью отбора наилучшего варианта из множества альтернатив [1].

При конструировании машин 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. Наиболее существенной особенностью условий функционирования машин для уборки корнеклубнеплодов является то, что они относятся к случайным в вероятностно-статистическом смысле.

Условия функционирования машин в Республике Беларусь разнообразны, а качество их работы и производительность зависят от того, из каких рабочих органов скомпонована машина, какой диапазон регулировок предусмотрен и какие способы управления техпроцессом заложены в конструкции.

Рациональное конструирование и компоновка современных уборочных машин должны быть направлены на увеличение их производи-

тельности и качества уборки, обеспечение их эффективного применения в различных почвенно-климатических условиях, а также на улучшение условий работы механизаторов путем автоматизации процессов.

Уборочные машины создаются длительным и дорогостоящим опытно-конструкторским путем, исключающим возможность на стадии проектирования научно прогнозировать и тем более оптимизировать технологические, энергетические и технико-экономические показатели работы в типичных почвенно-климатических условиях.

Для оптимизации компоновочных решений машин и их техпроцессов, а также оптимизации параметров рабочих органов возникает необходимость в моделировании техпроцессов.

Модель функционирования машины можно представить в виде многомерного объекта, блок-схема которого показана на рисунке 79 [2].

Входными воздействиями модели при постоянной рабочей скорости V_m , глубине подкапывания h_d , ширине приемной части и определенных эксплуатационных регулировках рабочих органов r являются:

$Q(t)$ – секундная подача компонентов ряда растений (почва, корнеклубнеплоды, камни, ботва, сорняки);

$W_{вх}(t)$ – состояние компонентов (влажность, размеры и др.);

$R(t)$ – сопротивление движению машины.

Выходными переменными являются:

$Q_{кл}(t)$ – количество корнеклубнеплодов в бункере;

$Q_{пр}(t)$ – количество примесей в бункере (их характеристики);

$\Pi(t)$ – потери корнеклубнеплодов (сумма потерь на каждом рабочем органе);

$W_{вых}$ – состояние выходных переменных;

$N(t)$ – мощность, затрачиваемая на выполнение техпроцесса.

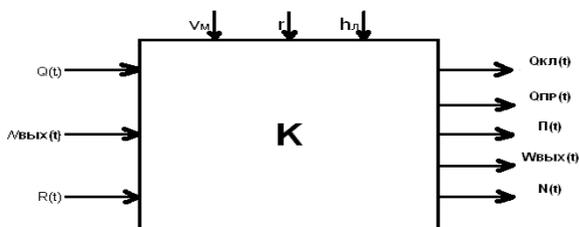


Рисунок 79 – Блок-схема модели функционирования технологического процесса

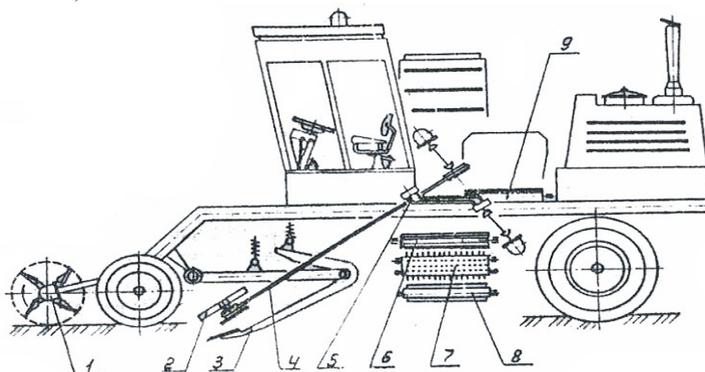
Машина перерабатывает входные воздействия в качественные технологические и энергетические выходные показатели. Условия работы и показатели качества могут быть оценены специальным математическим аппаратом. По тому, как машина перерабатывает условия функционирования в выходные показатели, может быть найден оператор,

математическая связь, которая может идентично заменить машину, т.е. вместо машины – математическая модель, адекватно описывающая работу машины.

Результаты исследований и их обсуждение

Для уборки столовых корнеплодов применялись машины «Вюльмаус» 1055MZ, EM-11, ММТ-1М, E-825 [3] теребивного типа с роторно-планчатым ботвоотделяющим механизмом, который встречается в настоящее время практически во всех машинах, выпускаемых в различных странах.

Для возделывания корнеплодов с базовой колеей 1,8 м в НПО ВИСХОМ разработан трехрядный самоходный комбайн МУК-1,8 (рисунок 80).



- 1 – прокосчик междурядий; 2 – ботвоподъемник активный; 3 – устройство подкапывающее; 4 – механизм теребивный; 5 – ботвоотделитель; 6 – транспортер прутковый; 7 – горка пальчиковая; 8 – транспортер погрузочный; 9 – транспортер ботвы

Рисунок 80 – Самоходный комбайн МУК-1,8

Основные рабочие органы заимствованы у машины ММТ-1 [4], за исключением прокосчика междурядий 1, активных ботвоподъемников 2 и пальчиковой горки 7 с отрицательным углом наклона, установленной в технологическом переходе с поперечного транспортера 6 на погрузочный 8.

Активные ботвоподъемники и прокосчик междурядий значительно снизили время на устранение технологических отказов, однако нормативные показатели технологической надежности не были достигнуты.

Для уборки луковичных культур выпускались машины ЛКГ-1,4 и ЛКП-1,8 (рисунок 81), а для уборки чеснока – МУЧ-1,4.

В качестве подкапывающе-сепарирующей секции применялись два грохота 2 и 3 (рисунок 81).

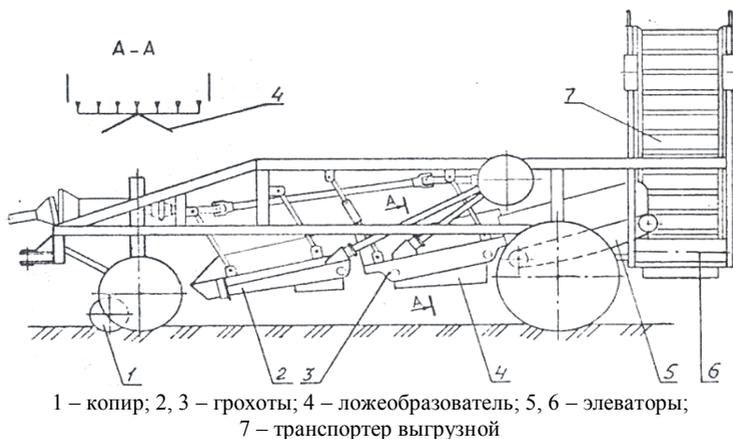


Рисунок 81 – Лукоуборочная машина ЛКП-1,8

Машина снабжена автоматической системой поддержания заданной глубины подкапывания, а также устройством формирования ложа для укладки валка.

Двухрешетный грохот, подкапывающий слой почвы вместе с луковицами, сепарирующий почву и транспортирующий материал, состоит из двух последовательно установленных колеблющихся коробов с частотой 444–600 колебаний в минуту. Машину отличает широкий диапазон функциональных возможностей:

- при двухфазной уборке лука-репки, а при замене решет – и лука-севка, машина выкапывает лук, сепарирует почву и укладывает на поверхность поля для просушки и дозревания; после дозревания лука в течение 8–12 дней валок подбирается, почва сепарируется и лук погружается в идущее рядом транспортное средство;
- при однофазной уборке лука машина выполняет все уборочные операции, от выкапывания до погрузки в транспортное средство;
- после установки на лемех выжимных лемешковых копачей машина используется для уборки моркови и других корнеплодов.

Разработан и производится отечественный комплекс машин для возделывания лука: культиватор ЛК-2,8; ботвоуборочная машина КИТ-1,5; копатель-валкоукладчик КЛ-1,4; подборщик-погрузчик ПП-1,4; комплект адаптеров к картофелеуборочному комбайну ПКК-2-02 для уборки репчатого лука КАН-01, КАН-02 и КАН-03; машина для уборки репчатого лука МУЛС-1,4; универсальный копатель-валкоукладчик КПУ-1,4 и др. Все машины комплекса агрегируются с трактором класса 1,4. Этот комплекс машин позволяет хозяйствам республики выйти на запланированные объемы производства лука [5].

Уборку сахарной свеклы осуществляют комбайны КСН-6М (ПО «Гомсельмаш»), немецких фирм «Holmer», «Kleine», в 2007 г. появились комбайны фирмы «Rora» Euro Tiger V8.

Раньше в Республике Беларусь применялся комплекс украинских машин, выпускавшихся в Днепропетровске и Тернополе.

Для уборки ботвы сахарной свеклы использовались полуприцепные машины БМ-6Б и МБП-6, кормовых корнеплодов – МБК-2,7.

Машины МБК-2,7 и МБП-6 унифицированы, для уборки ботвы сахарной свеклы дополнительно установлен одновальный очиститель головок корнеплодов и пассивный дообрезчик. Ассиметричный способ агрегатирования машин исключает повреждение растений ходовыми системами трактора.

Применение ротационно-барабанных ботворезов вместо дисковых активных ножей с гребенчатыми копирами повышает по сравнению с БМ-6Б не только рабочую скорость машин МБК-2,7 и МБП-6, но и их универсальность, обеспечивая возможность уборки ботвы кормовых корнеплодов. На валу ботвореза шарнирно закреплены ножи и очистительные полиуретановые щетки. Срезанная ботва поступает в сужающий шнек и битером подается на выгрузной транспортер с метателями.

Ботвоуборочные машины этого типа обеспечивают сбор 95–97 % ботвы против 90 % при работе машины БМ-6Б. Оставшаяся ботва обрезается пассивными ботворезами, что обеспечивает 95–97 % кондиционно обрезанных корнеплодов [6].

Для уборки корней сахарной свеклы применяются следующие машины: КС-6В с электронно-гидравлической системой автоматического вождения (САВ); КС-6Б с дисковыми копачами; КС-6Б-02, РКМ-6 с активными вильчатыми копачами; КС-6Б-05 и РКМ-6-03 – для кормовых корнеплодов с пассивным диском на каждый рядок и гидромеханическими САВ украинских заводов.

В Западной Европе различными фирмами («Aqrfac», «Franquet», «Gilles», «Grimme», «Holmer», «Kleine», «Matrot», «Riecam», «Rora», «Vervae», «WKM» и др. [7]) выпускаются как полуприцепные, так и самоходные машины.

Как правило, большинство машин комбинированные: с полным циклом операций техпроцесса – от уборки ботвы до загрузки бункера большой вместимости (от 9,2 до 27,5 *m* – «Rora» – Euro Tiger), с колесным двух- или трехосным двигателем, с полугусеничным ходом («Grimme» – Maxtron 620) и задним управляемым мостом со спаренными колесами. Появились 9- и 12-рядные самоходные машины, все они оборудованы САВ. В качестве копачей используются в основном активные лемешковые или дисковые («Grimme» – Rootster 604, Maxtron 620, Stoll-V202). Масса комбайнов с полным бункером достигает 60 *m*, а мощность двигателя – свыше 370 *кВт*.

В тяжелых влажных условиях поздней осени при скорости движения 3,8–5,8 км/ч содержание почвы в бункере – 6,8–12,6 %, потери корнеплодов – 1,7–4,8 т/га при урожайности 75 т/га [7]. Испытания свеклоуборочных комбайнов проводились в 2006 г., потери свеклы представлены на рисунке 82.

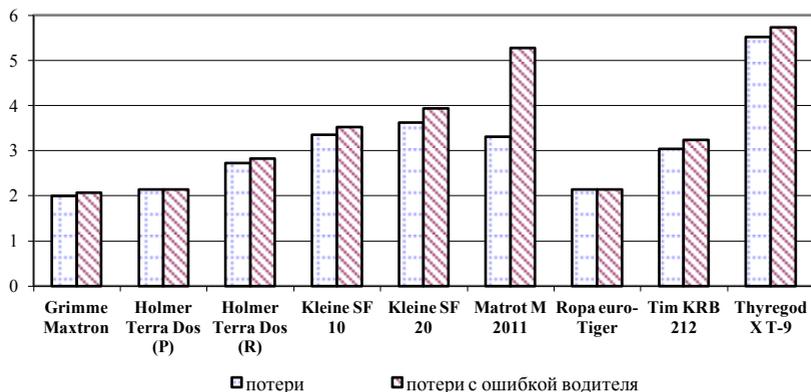


Рисунок 82 – Потери свеклы в сравнении

Минимальные потери свеклы (около 2 %) у комбайнов фирм «Grimme», «Holmer» и «Ropa» [8].

ПО «Гомсельмаш» выпускает навесные свеклоуборочные комбайны КСН-6 различных модификаций, агрегируемые с УЭС. Разработан монокомбайн с бункером-накопителем. Испытания комбайна КСН-6-5 проведены на Белорусской МИС (таблица 22) [9].

По основным агротехническим показателям (качество обрезки ботвы 86,5 и 92,8 %; потери корнеплодов 1,7 и 2,4 %; повреждение корней 4,9 и 4,6 %) комбайн КСН-6-5 соответствует техническому заданию.

Хочется отметить, что на сегодняшний день в Республике Беларусь разработана и действует «Перспективная система машин и оборудования для реализации инновационных технологий производства основных видов сельскохозяйственной продукции на 2011–2015 годы», в которой представлено более 16 наименований машин для уборки овощей и корнеплодов. Из этих машин производством уже осваиваются копатель-валкоукладчик КЛ-1,4А (лук, морковь); комплект адаптеров к картофелеуборочному комбайну ПКК-2-02 для уборки репчатого лука КАН-01, -02, -03; машина для уборки лука-севка и репчатого лука МУЛС-1,4; универсальный копатель-валкоукладчик КПУ-1,4; ботвоуборочные машины БМК-4-75, -4-90; подборщик-погрузчик корнеплодов ПКК-6 «Полесье». Осваивается производство отечественного самоходного комбайна для однофазной уборки сахарной свеклы СКС-624 «Палессе BS 624» и его модификации СКС-624-1.

Таблица 22 – Агротехнические показатели при лабораторно-полевых испытаниях

Наименование показателя	Значение показателей			
	по ТЗ	по результатам испытаний		
		фон 1	фон 2	фон 1
	КСН-6-5	испытываемой машины	сравниваемой машины	
Состав агрегата, марка: машины энергетического средства	КСН-6-5	КСН-6-5 УЭС-350	КСН-6-3 УЭС-2-250А	
Вид работы	уборка ботвы, выкапывание корнеплодов с очисткой вороха от примесей и укладкой в валок			
Условия испытаний: тип почвы и название по механическому составу	почвы, пригодные для свеклосеяния	дерново-подзолистая, легкий суглинок		
Режим работы: скорость движения, км/ч	до 10,0	6,3	6,9	5,8
Потери корнеплодов, всего, %	до 1,5	1,7	2,4	2,7
в том числе:				
неподкопанные	–	–	–	1,3
присыпанные	–	1,7	2,4	1,4
утраченные машиной	–	–	–	–
Качество обрезки корнеплодов по высоте среза, %:				
с нормальным срезом	до 75	86,5	92,8	66,7
с низким срезом	до 10	5,5	–	3,7
с высоким срезом	–	8,0	7,2	29,6
Повреждение корнеплодов, %				
сильное	до 5	4,9	4,6	2,2
слабое	–	1,6	3,5	6,8

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработан и выпускается весь спектр техники для послеуборочной доработки корнеклубнеплодов и лука: приемные бункеры, скутеры-подборщики, наклонные и телескопические конвейеры, машины для сухой очистки убранный части урожая, наполнители конвейеров и др.

Выводы

Применяемые в Республике Беларусь машины белорусских производителей нередко разрабатываются в сжатые сроки, поэтому не всегда показатели их качества, производительности и надежности удается приблизить к лучшим зарубежным аналогам. Зарубежные аналоги могут найти то или иное применение в наших условиях на механизации отдельных процессов, но не каждая такая машина, даже обладающая большим техническим совершенством, может быть эффективна в системе машин, предназначенной для комплексной механизации растениеводства.

Разработка машин в республике должна вестись учеными и конструкторами с учетом многолетнего опыта сотрудничества между НИИ, вузами и научными коллективами России, Украины и стран СНГ.

29.02.12

Литература

1. Вергейчик, А.А. Состояние и пути решения проблемы механизации уборки картофеля / А.А. Вергейчик, В.П. Буяшов // Механизация сельскохозяйственного производства: сб. науч. трудов. – Киев: НАУ, 2000. – Т. VIII. – С. 257–261.
2. Буяшов, В.П. Обоснование компоновочных схем картофелеуборочных комбайнов для условий Республики Беларусь / В.П. Буяшов // Сб. трудов науч.-техн. конф. аспирантов и докторантов БАТУ. – Минск: БАТУ, 1996. – С. 100–106.
3. Машины для комплексной механизации производственных процессов в растениеводстве, мелиорации и лесном хозяйстве: каталог / под общ. ред. акад. ВАСХНИЛ В.И. Черноиванова. – Изд. 6, перераб. и доп. – М., 1991. – Т. II – 386 с.
4. Хвостов, В.А. Машины для уборки корнеплодов и лука (теория, конструкция, расчет) / В.А. Хвостов, Э.С. Рейнгарт. – М.: Полимаг, 1995. – 391 с.
5. Рапинчук, А.Л. Механизация возделывания и уборки лука в Республике Беларусь / А.Л. Рапинчук, В.Н. Божок, Д.И. Комлач // Агропанорама. – 2004. – № 2. – С. 5–9.
6. Механизация производства сахарной свеклы / под ред. Л.В. Погорелого. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Урожай, 1991. – 184 с.
7. Arbeitsqualität und Bodeschonung bei der Rubenernte: Rubeneroder im belgisch holländischen Vergleichstest // Profi, 2, 2000. – S. 58–61.
8. 9 свеклоуборочных комбайнов в сравнении // Современная сельскохозяйственная техника и оборудование. – 2007. – № 3. – С. 122–124.
9. Протокол № 93-94-2004 приемочных испытаний комбайна свеклоуборочного навесного КСН-6-5 и типовых испытаний подборщика-погрузчика ППК-6. – Привольный, 2004. – 66 с.

УДК 631.362.333:635.21

В.Н. Дашков, А.С. Воробей
(РУП «НПЦ НАН Беларуси
по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)

**ВЛИЯНИЕ СОРТОВЫХ
ОСОБЕННОСТЕЙ
КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ
НА ВЕЛИЧИНУ
КОЭФФИЦИЕНТА
АДГЕЗИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ**

Введение

В Беларуси картофель является одной из важнейших продовольственных культур. Площадь его возделывания в 2010 г. в хозяйствах всех категорий составила более 378 тыс. га при урожайности 214 ц/га.

При послеуборочной доработке клубней картофеля удаляются камни, комки почвы, растительные остатки, больные и нестандартные клубни, а