

## **Механизация, электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства.**

Разработана и передана в опытную эксплуатацию серия посевной и уборочной техники для крупного и частного земледелия, отличающаяся высокими технико-экономическими и эксплуатационными характеристиками. Это малогабаритные многофункциональные картофелеуборочные машины КСК-1, КСК-2, КСК-2М, мотоблочный посевной аппарат с активным рассеивателем семян, косилка сегментно-пальцевая КС-1,8 АМ и другие.

Проведены научные исследования и предлагаются инновационные проекты «Асинхронный генератор с короткозамкнутым ротором для энергетических установок при использовании возобновляемых источников энергии», «Обоснование конструктивных параметров биогазовой установки с трехстадийным метантенком»; «Повышение эффективности освещения птичника при помощи светодиодных светильников».

Профессор, доктор технических наук П.Л. Максимов выиграл грант в размере 1 млн. рублей в конкурсе фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере «СТАРТ» по направлению «Биотехнологии» с инновационным проектом «Разработка и организация производства малогабаритных картофелеуборочных комбайнов нового поколения».

Результаты НИР имеют соответствующие патенты: «Сортирующее устройство», «Дробилка для фуражного зерна», «Ротационный рыхлитель», «Узел крепления штампа к молоту», «Устройство для шунтирования однофазного замыкания на землю», «Светодиодный осветительный прибор», «Способ предпосевной обработки семян и устройство для его использования». Программы ЭВМ «Программа для систем автоматического регулирования температурного режима в теплице», «Расчет плотности осаждения электроаэрозоля», «Роторная картофелесортировка», «Устройство для обмотки колосков на корню», «Быстроходное роторно-винтовое устройство для разделения корнеклубнеплодов на фракции», «Плоское круглорешетное устройство для разделения корнеклубнеплодов на фракции», «Морковуборочный комбайн», «Малогабаритный картофелеуборочный комбайн с приводом от гусеничного движителя», «Сошник для равномерного широкополостного посева семян».

### **Основные научные направления в этой области.**

Разработка конструкций, изготовление, исследование и внедрение в производство малогабаритных корнеуборочных машин.

- Двухрядный копатель-сборщик картофеля КСК-2
- Однорядный копатель – сборщик картофеля КСК-1

Руководитель научного направления - Леонид Михайлович Максимов, профессор кафедры сельскохозяйственных машин, доктор технических наук, профессор, заслуженный механизатор Удмуртской Республики, заслуженный деятель науки Удмуртской Республики, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, работает в академии с 1960 г. Пятьдесят четыре предложенных им технических решения защищены авторскими свидетельствами СССР и патентами РФ. По результатам работы научной школы опубликованы 3 монографии, защищены 2 докторские, 7 кандидатских и 5 магистерских диссертаций.

В 1978 г. Леонид Михайлович организовал студенческое конструкторско-исследовательское бюро (СКИБ). Эту школу технического творчества прошли более 300 студентов. Многие из них стали соавторами изобретений, защитили диссертации. Один из самых активных студентов – членов СКИБ Прохоров Александр Аркадьевич трудится сегодня на посту Министра сельского хозяйства и продовольствия Удмуртской Республики.

## Двухрядный копатель-сборщик картофеля КСК-2

Доктора технических наук - Максимов Л.М., Максимов П.Л.  
магистрант Бояров Н.В., аспирант Давыдов Н.Д.

Завершены многолетние работы по созданию картофелеуборочной машины нового поколения. В нашей конструкции реализован принципиально иной способ сепарации клубненесущего вороха – *в восходящем потоке*. При таком технологическом процессе отпадает необходимость просеивания всей почвенной массы через решетчатую поверхность прутковых элеваторных полотен. Основная масса почвы выбрасывается с конца ворохоподъемного наклонного элеватора назад по ходу машины вместе с ботвой. Происходит *отделение клубней от почвы*, а не наоборот как на всех известных устройствах, почвы от клубней. При этом технологический путь движения клубней в машине многократно сокращается, повреждения их заметно уменьшаются. Отделение клубней от почвенной массы и ботвы осуществляется в процессе подъема вороха на высоту выгрузки.

Такое техническое решение на III Всероссийском форуме «Российским инновациям – Российский капитал» (2010 г.) отмечено Золотой медалью. В 2011 году проект был поддержан грантом Российского Фонда содействия развитию (Фонд Бортника).

На рис. 1 показана принципиальная схема разработанного нами копателя-сборщика картофеля КСК-2. Основу машины составляют два прутковых элеватора: ворохоподъемный 1 и клубнеприемный 2. Ворохоподъемный элеватор 1 (горка) установлен на раме под углом к горизонту большим угла трения скольжения и качения компонентов клубненесущего вороха. Передний клубнеприемный элеватор 2 размещен таким образом, что в нижней зоне над лемехом 5 внутренние ветви элеваторов 1 и 2 образуют трапециевидный суживающийся кверху канал, в верхней зоне ветви элеваторов расходятся; при этом верхняя ветвь клубнеприемного элеватора 2 направлена по ходу движения агрегата.

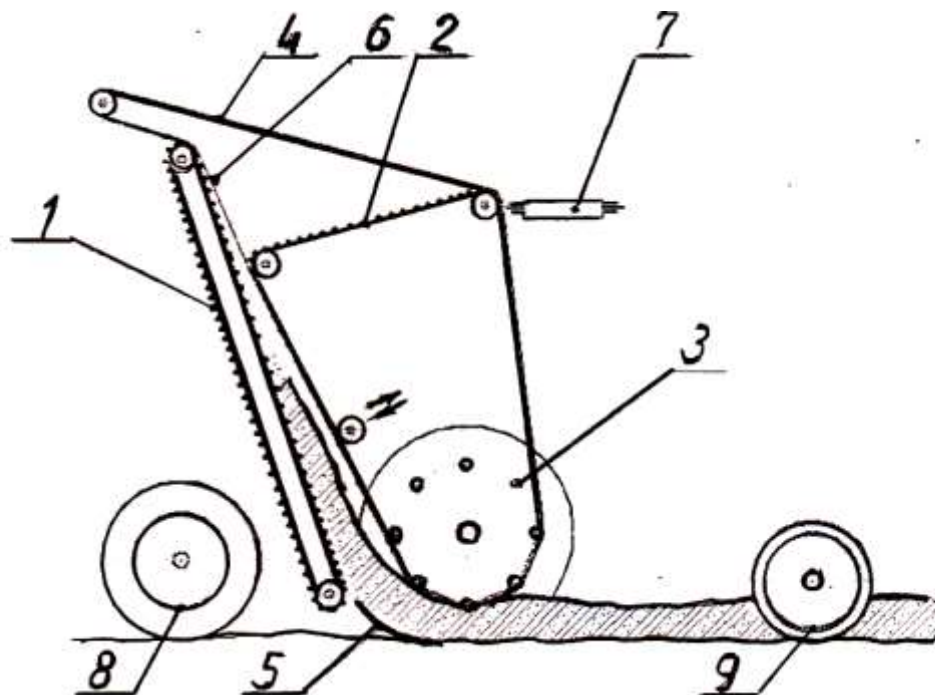


Рисунок 1 Принципиальная схема копателя-сборщика картофеля КСК-2

1 - ворохоподъемный элеватор; 2 - клубнеприемный элеватор; 3 - цевочный барабан с боковыми дисками; 4 - ботвоудаляющие ремни (12 шт); 5 - лемех; 6 - клубнеотбойный пруток; 7 - выгрузной транспортер, бункер или контейнеры; 8 - ходовые колеса; 9 - регулируемое по высоте опорное колесо.

На верхней части ворохоподъемного элеватора 1 образуется свободная зона раската клубней. Клубнеприемный элеватор 2 надет сверху на ведущий вал и направляющий валец, а внизу на цевочный барабан 3 снабженный с боковыми дисками. Бесконечные ремни 4 круглого сечения ботвоотделителя (12 шт.) надеты с интервалом на клубнеприемный элеватор 2. Свободные ветви ремней 4 отведены с помощью направляющего валика со шкивами назад относительно верхнего ведущего вала ворохоподъемного элеватора 1 до соприкосновения нижних ветвей ремней с прутками элеватора. На уровне ведущего вала элеватора 1 имеется клубнеотбойный пруток 6. Свободные от примесей чистые клубни поступают на поперечный выгрузной транспортер 7 (или в бункер, контейнер). Рама машины опирается на задние ходовые колеса 8 и переднее регулируемое по высоте опорное колесо 9.

Работа малогабаритной картофелеуборочной машины осуществляется следующим образом.

При поступательном движении уборочного агрегата диски цевочного барабана 3 и опорное колесо 9 свободно перекатываются между гребнями. Прутки нижней ветви клубнеприемного элеватора 2, надетые на цевочный барабан 3, подобно ребристому катку, вращаясь со скоростью в 1,8 раз превышающую поступательную скорость машины, интенсивно разрушают комки на поверхности гребня и частично отрывают (теребят) ботву от клубней. Лемех 5 отделяет пласт почвы (ворох) от основного массива, частично деформирует и разрушает его. Перемещению пласта по криволинейной поверхности лемеха 5 и разрушению его при этом способствует нижняя ветвь клубнеприемного элеватора 2. Разваливание пласта по сторонам предотвращается, дисками цевочного барабана 3. Эти же диски увлекают с боков пласт в круговое движение. Далее ворох подхватывается двумя ветвями прутковых элеваторов 1 и 2 и увлекается вверх. При этом в переходной зоне мгновенно возрастает (в 1,8 раза) скорость вороха вследствие этого некоторая часть ботвы отрывается от клубней, обладающих большей инерционностью.

При подъеме вороха вверх вследствие действия силы тяжести мелкие частицы почвы и ботва падая вниз скользят по прутковой поверхности клубнеподъемного элеватора 1, а клубни катятся по ней с большой скоростью в следствие чего ворох расслаивается; клубни «всплывают» на поверхность почвенной массы и падая вниз отрываются от ботвы. Движению клубней вниз и отрыву их от ботвы способствует постепенное уменьшение по мере подъема интервала между ветвями элеваторов 1 и 2.

Лавина падающей почвы и клубней непрерывно встречается восходящим потоком вороха. Такое явление сопровождается разрушением почвенных комков и выжиманием мелкой почвы через решетчатую поверхность элеваторов. Пульсирующий расслоенный ворох поднимается до зоны расхождения ветвей элеваторов 1 и 2 и здесь разделяется на два потока: свободные клубни (70...80%) подхватываются верхней ветвью клубнеприемного элеватора 2, а ботва, растительные остатки, а вместе с ними и оставшаяся часть почвы прижимаются ботвоотделяющи-

ми ремнями 4 к пруткам ворохоподъемного элеваторного полотна 1, поднимаются до верхней точки и лавиной выбрасываются назад.

При этом окончательно клубни от ботвы отсекаются ремнями 4 ботвоотделителя, и клубнеотбойным прутком 6 и скатываются вниз на поверхность верхней ветви клубнеприемного элеватора 2. С клубнеприемного элеватора клубни сходят на поверхность поперечного выгрузного транспортера 7.

Таким образом, отделение ботвы от клубней, разрушение (измельчение) комков почвы, просеивание мелкой почвы через решетчатую поверхность элеваторов происходит не локально и одномоментно, а на всем протяжении технологического пути. При этом по сравнению с известными комбайнами технологический путь движения клубней сокращается многократно, пропорционально сокращаются потери и повреждения клубней.

Из конструктивной схемы уборочной машины исключаются комкодавители, громоздкие ботвоудаляющие устройства, пальчатые полотна, подъемный ковшовый транспортер, переборочные столы и механизмы их привода. В связи с этим резко сокращается энергоматериалоёмкость машины и ее масса.

Условия проведенных полевых испытаний разработанной машины и полученные при этом агротехнические показатели приведены в таблицах 1 и 2.

Полевые испытания проведены в сложных погодных условиях в уборочном сезоне 2015 г. в промежутке между обильными затяжными дождями.

Таблица 1 Условия испытаний копателя – сборщика КСК-2

Показатели	Значение показателей		Примечание
Дата проведения испытаний	23.09.15г.		
Место проведения испытаний	д. Фатены Воткинского района УР		ИП Поварницын А.А.
Состав агрегата	Т-40+КСК-2		
Вид работы	Уборка картофеля		
Культура, сорт	Картофель сорта «Чайка», «Розалин»		
Характеристика поля: тип почвы название по механическому составу рельеф: поперечный уклон продольный уклон	Дерново-подзолистая Супесчаная 12° ровный		
Влажность почвы, %	26%		
Твердость почвы в слоях 5... 10 см, МПа 10... 15 см, МПа 20см, МПа	Гребень	Междурядье	
	0,65		
	1,31		
	2,28		
Температура воздуха, С°	22°		
Засоренность участка сорняками, т/га	18		
Предшествующая обработка	Ботва скошена		
Способ посадки	С междурядьями 70см.		
Высота гребня, см	18,5		
Биологическая зрелость клубней	Не зрелые		
Состояние ботвы	зеленая		
Биологическая урожайность ботвы, т/га	2,5		
Урожайность клубней, т/га	11		
Средняя масса клубней, г	33		
Массовая доля клубней, г от 20 до 50 г, % от 50 до 80 г, % свыше 80 г, %	80 15 5		

Таблица 2 Агротехнические показатели при испытаниях КСК-2

Показатели	Значение показателей	Примечание
Дата проведения испытаний	23.09.15г.	
Режим работы:		
рабочая скорость, км/ч	2,5	
способ уборки	комбайновый	
число убираемых рядков	2	
глубина хода лемеха, см	18	
Показатели качества выполнения технологического процесса		
Полнота выкапывания клубней		
извлечено на поверхность, %	100	
в т.ч не оторвано от ботвы, %	0	
оставлено в почве, %	0	
оставлено на поверхности, %	0,5	
Состав вороха в таре		
клубни, %	92,1	
почва мелкая, %	2,5	
почвенные комки, %	4,6	
растительные остатки, %	1,8	
прочие примеси, %	0	
Число повреждений на 100 шт.		
содрана кожица 1/4 до 1/2 поверхности клубня, шт.	3	
содрана кожица 1/2 поверхности клубня, шт.	2	
вырыв мякоти глубиной более 5 мм, шт.	0	
трещины длиной более 20мм, шт.	0	
резанные клубни, шт.	1	
раздавленные клубни, шт.	2	



Необходимо обратить внимание на то, что засоренность участка сорняками равна 18т/га, а урожайность картофеля не превышала 11т/га. В таких сложных условиях качественные показатели работы комбайна находились в пределах агротребований, машина работала без замечаний. Общая убранная площадь составила 6га.

На рисунке 2 показана разработанная нами машина в момент полевых испытаний.



Рисунок 2 Полевые испытания копателя-сборщика картофеля КСК-2

Основные достоинства новой машины: простота устройства и эксплуатации; низкая энергоматериалоёмкость по сравнению с аналогами; невысокая стоимость.

Консультации по телефонам (3412)59-24-23, 89128570264, 89124667379

# ОДНОРЯДНЫЙ КОПАТЕЛЬ – СБОРЩИК КАРТОФЕЛЯ КСК-1

Доктора технических наук - Максимов Л.М., Максимов П.Л

магистрант Бояров Н.В., аспирант Давыдов Н.Д.

В предлагаемом устройстве реализован принципиально новый способ сепарации клубненесущего вороха – в восходящем потоке. При таком технологическом процессе отпадает необходимость просеивания всей почвенной массы через решетчатую поверхность прутковых элеваторных полотен.

На движущейся вверх ворох по наклонной поверхности ворохоподъемного элеватора как бы накладываются пальцы человеческих рук (множество параллельных ремней), при этом ремни отделяют клубни от ботвы, выжимают их на поверхность, где они скатываются в обратном направлении на другой клубнеотводящий элеватор.

Основная масса почвы выбрасывается с конца ворохоподъемного наклонного элеватора назад по ходу машины вместе с ботвой. Происходит отделение клубней от почвенной массы, а не наоборот, почвы от клубней.

Машина выполняет все операции технологического процесса: выкапывает, отделяет клубни от ботвы и сорной растительности, направляет их в чистом виде в тару. Поэтому ее следует отнести к разряду комбайнов.

Устройство защищено патентом РФ № 2332828 и № 2341950, № 2460269, отмечено Золотой медалью на III Всероссийском форуме «Российским инновациям – Российский капитал».

На рисунке 1 приведена конструктивно – технологическая схема и общий вид КСК-1.

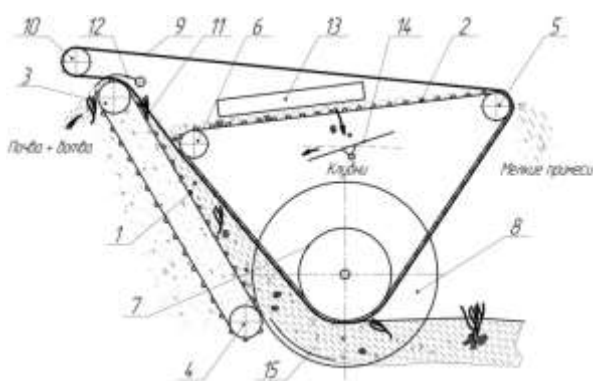


Рисунок 1 Копатель – сборщик картофеля КСК-1

Основой комбайна являются прутковые элеваторные полотна: ворохоподъемный 1 и клубнеприемный 2. Ворохоподъемное элеваторное

полотно 1 надето на верхний ведущий вал 3 и нижние направляющие ролики 4. Угол наклона рабочей ветви элеватора 1 к горизонтальной плоскости равен  $55^{\circ}$ .

Клубнеприемное элеваторное полотно 2 надето на второй ведущий вал 5, направляющий валец 6 и кольцевые дорожки 7, прикрепленные к дискам 8.

Бесконечные ботвоотделяющие ремни 9 (5шт) круглого сечения огибают клубнеприемное элеваторное полотно 2 и с помощью направляющего вальца 10 оттянуты назад таким образом, что нижние их ветви касаются прутков ворохоподъемного элеваторного полотна 1 в зоне огибания ими ведущего вала 3. В той же зоне ниже ведущего вала 3 имеется клубнеотсекатель 11 в виде гибкого ремня, предназначенного для отделения клубней от ботвы прижатой ботвоудаляющими ремнями 9 к пруткам элеватора 1.

Гребенка 12 предотвращает наматывание ботвы и растительных остатков на валец 10. Над поверхностью верхней ветви клубнеприемного элеваторного полотна 2 под углом к линии движения клубней размещен щит – отражатель 13. Клубни по наклонному скатному лотку 14 направляются в накопитель (мешок, корзину).

Лемех 15, имеющий радиус кривизны равный радиусу дисков 8, размещен между дисками 8 в заднем нижнем секторе их, перед направляющими роликами 4. К ведущим валам 3 и 5 передается крутящий момент от ВОМ трактора через конический редуктор, снабженный предохранительной муфтой.

Работа копателя - сборщика осуществляется следующим образом.

При поступательном движении агрегата вращающиеся диски 8 перерезают корни сорной растительности и лежащие в междурядии ветки ботвы и отделяют клубненосный пласт от основного массива почвы в вертикальной плоскости. При этом прутки нижней ветви клубнеприемного элеваторного полотна 2, подобно ребристой катке, перекатываясь по вершине гребня со скоростью большей ( в 1,8 раза) поступательной скорости агрегата частично разрушают комки почвы, наклоняют и прижимают ботву к поверхности гребня и частично отрывают ее от клубней.

Лемех 15 отделяет пласт (гребень) в горизонтальной плоскости от основного массива почвы, частично деформирует и разрушает его. Перемещению пласта по поверхности лемеха 15 способствуют нижняя ветвь клубнеприемного элеваторного полотна 2, а также вращающиеся диски 8.

Далее пласт почвы подхватывается ветвями элеваторов 1 и 2. Эти ветви образуют канал переменного сечения, в котором по мере подъема пласта вверх давление на него увеличивается. При этом почвенные комки

частично разрушаются, а большинство клубней под действием силы давления и силы тяжести отделяются от ботвы.

На необходимой высоте ветви элеваторов 1 и 2 расходятся. В зоне расхождения элеваторных ветвей ворох разделяется на два потока. Большая часть клубней отделенные от ботвы по направлению абсолютной скорости сходит на верхнюю ветвь клубнеприемного элеватора 2 и тут встретившись с поверхностью щитка – отражателя 13 по лотку 14 направляются в накопитель. При этом мелкие примеси не изменяют направление движения, свободно проходят через зазор между поверхностью элеватора и нижней кромкой щитка – отражателя 13 и выбрасываются вперед на землю. Клубни при ударе о щиток очищаются от налипшей почвы. Следовательно, возможна уборка картофеля на почвах повышенной влажности.

Масса почвы с ботвой, растительными остатками остается на ворохоподъемном элеваторе 1 и по мере подъема прижимается плотно ремнями ботвоотделителя 9 к пруткам. В таком состоянии поднимается до верхней точки и выбрасывается назад по ходу машины. При этом оставшиеся на ботве клубни отделяются ремнями 9, гибким отсекателем (ремнем) 11 и скатываются вниз на верхнюю ветвь клубнеприемного элеватора 2.

Машина собрана в основном из известных стандартных сборочных единиц, описание устройства которых имеется в справочной литературе.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Таблица 1

Наименование	Единица измерения	Значения
Наименование машины		Копатель – сборщик картофеля
Марка		КСК-1
Агрегируется		Тракторы класса 0,6...1,4
Ширина захвата	см	70
Число выкапываемых рядков	шт	1
Ширина междурядий	см	60...75
Рабочие скорости	км/ч	до 3,6
Транспортная скорость	км/ч	до 18
Производительность работы	га/ч	0,15...0,22
Тяговое сопротивление при глубине копания 20 см	кН	3,9
Масса	кг	370...420
Количество обслуживающего персонала на агрегате: а) при наборе клубне в малообъемную тару б) при наборе клубней в емкость рядом следующей тележки	2 1	
Габаритные размеры:		
длина	мм	2200
ширина	мм	1300
высота	мм	2100