

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
Кыргызский государственный технический университет
им. И. Раззакова**

Диссертационный совет Д 05.16.523

На правах рукописи
УДК: 620.1.052.2: 631.53.024

Байгазиев Мирбек Сагымбаевич

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И СОЗДАНИЕ
ОБМОЛАЧИВАЮЩЕГО И СОРТИРОВОЧНОГО
МЕХАНИЗМОВ ФАСОЛЕУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ**

05.02.18 – «Теория механизмов и машин»

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Бишкек, 2017

Работа выполнена в Кыргызском Государственном техническом университете им. И. Раззакова и Институте машиноведения НАН Кыргызской Республики

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Алмаматов Мыйманбай Закирович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Мамасаидов Мухаммаджан Ташилиевич

кандидат технических наук, с.н.с.
Каримбаев Турсунжан Турашевич

Ведущая организация: **Ошский технологический университет им. академика М. Адышева (г. Ош, ул. Исанова, 81)**

Защита состоится «15» декабря 2017 года в 14.00 на заседании диссертационного совета Д.05.16.523 при Институте машиноведения Национальной академии наук Кыргызской Республики и Кыргызском государственном техническом университете им. И. Раззакова Министерства образования и науки Кыргызской Республики по адресу: 720055, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института машиноведения Национальной академии наук Кыргызской Республики (г. Бишкек, ул. Скрябина, 23) и Кыргызском государственном техническом университете им. И. Раззакова (г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова, 66) и на сайте <http://imash.kg/index.php/2016-03-25-04-59-37/d-05-16-523/soiskateli>.

Отзыв на автореферат в двух экземплярах, с подписью, заверенной гербовой печатью, просим направлять по адресу: 720055, г. Бишкек, ул. Скрябина, 23, Институт машиноведения НАН КР, диссертационный совет Д.05.16.523 или по e-mail: imash.dissovet@gmail.com.

Автореферат разослан «14» ноября 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д.05.16.523, к.т.н., с.н.с



Квитко С.И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Массовое выращивание фасоли в Кыргызской Республике началось относительно недавно, в Республике выращивается около 70 тысяч тонн фасоли в год, которая, в основном, идет на экспорт. Средства механизации работ по уборке, очистке и отделению фасоли в нашей республике отсутствовали, и работа по очистке фасоли от стручков до настоящего времени выполняется вручную. Для очистки фасоли от стеблей и стручков применяется фасолеуборочная машина (ФУМ). Фасолеуборочные машины импортного производства стоят около 25 тыс. долларов США. Поэтому создание фасолеуборочной машины отечественного производства по доступной цене для фермерских хозяйств, применяемых для уборки урожая бобовых культур, является актуальной задачей.

Качество урожая фасоли зависит от ее формы, размеров, веса, влажности и других физико-механических свойств, а также от технологического процесса обмолота, который осуществляется за счет сложного вида деформации растения. Обмолачивание фасоли происходит в камере обмолачивания и осуществляется за счет ударов по фасольной массе. Прочность связи боба со стручком незначительна и зависит от стадии спелости и влажности. При механическом воздействии на стручок и обмолоте бобовых следует также учитывать прочность стеблей растения. Чрезмерная сила удара по зерну приводит к его дроблению. Поэтому при создании ФУМ необходимо решить вопросы анализа и синтеза конструктивной схемы обмолачивающего и сортировочного механизмов и определить их рациональные параметры, так как в известной литературе отсутствуют рекомендации по созданию подобных машин.

Целью работы является синтез обмолачивавшего и сортировочного механизмов, обоснование их рациональных параметров и разработка конструкции опытного образца фасолеуборочной машины.

Задачами исследования являются:

- обзор и анализ существующих конструкций фасолеуборочных машин зарубежных стран;
- разработка кинематической схемы фасолеуборочной машины;
- исследование и расчет параметров обмолачивающего и сортировочного механизмов;
- разработка конструкции и создание опытного образца фасолеуборочной машины;
- разработка методики экспериментальных исследований фасолеуборочной машины;

– экспериментальные исследования фасолеуборочной машины в полевых условиях с целью выявления её работоспособности.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Разработана конструктивная схема фасолеуборочной машины, позволяющая обеспечить рациональный режим обработки фасольной массы, снизить количество поврежденного зерна фасоли и автоматизировать процесс загрузки стручковой массы за счет оснащения ее подбирающим транспортерным устройством.

2. Разработана кинематическая схема сортировочного устройства на основе шестизвенного шарнирно-рычажного механизма с различной длиной коромысел, позволяющая обеспечить колебательное движение по горизонтальной и вертикальной плоскостям одновременно.

3. Разработана методика определения кинематических параметров сортировочного шестизвенного механизма, позволяющая повысить эффективность отделения зерна фасоли от растительной массы.

Научная новизна заключается в следующем:

1. Кинематическая схема фасолеуборочной машины, отличается от известных тем, что в ней содержится обмолачивающий механизм, выполненный в виде камеры с вращающимися билами цилиндрической формы, а также сортировочный механизм, выполненный в виде шестизвенного рычажного механизма с различной длиной коромысел, новизна которого защищена патентом КР № 1691.

2. Разработанная кинематическая схема сортировочного устройства, которое в отличие от схем с кривошипно-ползунным механизмом построено на основе шестизвенного шарнирно-рычажного механизма с различной длиной коромысел, обеспечивающих колебательное движение.

3. Предложена методика определения закона движения, скоростей и ускорения фасольной массы на пластине сортировочного механизма, обеспечивающая процесс отделения зерна фасоли от примесей. Правильность выбранных кинематических параметров сортировочного механизма подтверждена испытаниям фасолеуборочной машины.

Практическая значимость работы заключается в том, что:

– разработан опытный образец фасолеуборочной машины, позволяющий повысить производительность и качество зерна фасоли который был апробирован в фермерском хозяйстве Карабууринского района;

– на основе кинематической схемы разработаны различные варианты конструкций фасолеуборочных машин: с ручной загрузкой и с подбирающим механизмом.

Реализация результатов работы. Разработанная фасолеуборочная машина внедрена в фермерском хозяйстве села Учбулак Карабууринского айыл окмоту Таласской области Кыргызской Республики.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы были доложены и обсуждены на: 52-ой научно-технической конференции молодых ученых и студентов, посвященной 100-летию И. Раззакова, научно-технической конференции «Студенческая наука: взгляд молодых» (г. Бишкек, 2010); 54-ой научно-технической конференции молодых ученых и студентов «Наука - основа инновации» (г. Бишкек, 2012); Международной научно-практической конференции «Теория машин и рабочих процессов», посвящённой 90-летию со дня рождения академика О.Д. Алимова (г. Бишкек, 2013); международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Инновация - вектор для молодежи» (г. Бишкек, 2014).

Личный вклад соискателя в получении результатов. Основные научные результаты исследований получены соискателем лично. Разработана кинематическая схема фасолеуборочной машины; новая конструкция обмолачивающего и сортировочного механизма; кинематическая схема шестизвенного шарнирного механизма с различной длиной коромысел, составляющего основу сортировочного устройства. Проведены полевые испытания опытных образцов ФУМ.

В создании опытных образцов конструкции фасолеуборочных машин принимали участие сотрудники Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова и Института машиноведения Национальной академии наук Кыргызской Республики.

Публикации. Материалы диссертации изложены в 13 научных статьях, в том числе 3 статьи в зарубежных журналах, входящих в базу индексирования научных публикаций РИНЦ, и 6 статей, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК КР, получены 2 патента Кыргызской Республики на изобретение.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, общих выводов и рекомендаций, списка использованных источников из 70 наименований и 5-ти приложений. Работа изложена на 145 страницах, содержит 92 рисунка, 10 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дана общая характеристика работы, обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна и направления практической реализации результатов исследования.

В первой главе выполнен обзор и анализ конструкций техники для уборки бобовых культур. Разработкой методики расчетов и созданием сельскохозяйственных машины с обмолачивающими устройствами занимались такие ученые, как Е.И. Трубилин, Н.В. Михеев, А.Н. Карпенко, В.П. Горячкин, М.Б. Балданов, А.И. Гетьманов, Р.А. Дружинин и т.д. Разработка, синтез, анализ и исследование динамики рычажных шестизвенных механизмов приведены в работах Л.В. Ассура, О.Г. Озола, В.В. Добровольского, С.Н. Кожевникова, И.И. Артоболевского, Л.Т. Дворникова.

В мире создаются и разрабатываются различные виды современной техники и технологии для уменьшения ручного труда человека на сельскохозяйственных работах, в том числе и в Кыргызстане.

Общая площадь уборки фасоли, валовый сбор и урожайность по Кыргызской Республике за 2014-2016 годы отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика выращивания фасоли по Кыргызской Республике

Наименование областей	Площадь посева, га			Урожайность, ц/га			Валовый сбор, тонн		
	2014 г	2015 г	2016 г	2014 г	2015 г	2016 г	2014 г	2015 г	2016 г
По республике	37778	39592	32700	14,5	18	20,1	54552	71498	65820
Таласская обл.	36678	38650	31650	14,3	18	20	52304	69401	63300
Баткенская обл.	705	434	450	19,5	19,8	22	1339	868	990
Чуйская обл.	395	508	600	23	24,2	25,5	909	1229	1530

Как видно из таблицы за 2016 год в Кыргызской Республике валовый сбор фасоли достиг 65820 тонн. Из-за прихотливости культуры к срокам уборки, влиянию погодных условий сбор урожая фасоли необходимо провести в короткие сроки, максимум за 30 погожих дней. Исходя из этого, в день приходилось обрабатывать по 2194 тонны фасоли, при этом для сбора указанной массы урожая потребовалось бы около 220 фасолеуборочных машин, при среднесуточной производительности каждой из них 10 тонн.

Проведен обзор и анализ зарубежных машин для уборки и обмолота зернобобовых культур, технические характеристики которых приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики машин для уборки и обмолота зернобобовых культур

Модель	Страна, фирма	Наименование показателей					
		Габаритные размеры, м	Производительность, т/ч	Мощность, кВт	Частота вращения ВОМ, об/мин	Масса машины, т	Частота вращения барабана, об/мин
Машины самоходные							
Ploger EFD 538 самоходный	Украина «Евроагрома- ркет»	11x4x4	4	300	1500	2,26	600

Продолжение таблицы 2

Прицепные машины							
DOUBLE MASTER	Бразилия «Колombo»	6,6x2,5x4,3	3	100-110	540	4,2	540
Прицепной машина для уборки сухой фасоли	Турция фирма «Erkoclar master»	4,9x2,2x2,75	2	50	540	2,2	540
Срезающие и подбирающие машины							
Мини машина для уборки фасоли	Россия ООО Компания «Ньютехагро»	4x3,5x3	2	75	540	1,9	540
С ручной загрузкой обмолачиваемой массы							
НМ 1200	Турция «Агромастер»	3,95x2x2,25	1,5	35-80	540	1,5	540

На основе анализа данных были рекомендованы параметры для разрабатываемой в отечественных условиях фасолеуборочной машины:

1. Необходимая мощность трактора – 50 – 75 кВт;
2. Частота вращения карданного вала (ВОМ) – 540 об/мин;

Предполагаемые параметры:

1. Производительность – 1 – 2 т/час;
2. Частота вращения барабана – 400 – 540 об/мин;
3. Масса машины – 1 – 2 т;
4. Высота машина – 2 – 3 м.

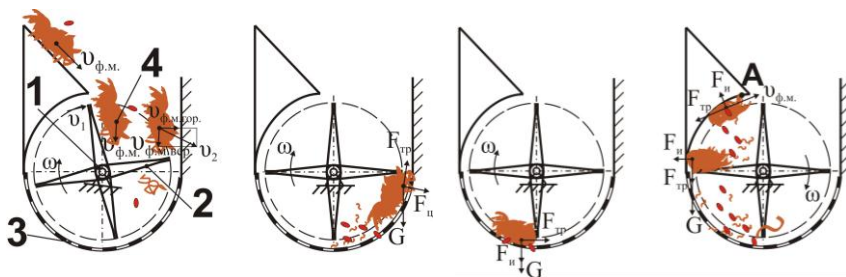
Во второй главе представлен расчет параметров обмолачивающего и сортировочного механизмов фасолеуборочной машины.

Расчет обмолачивающего механизма

В начале рабочего цикла при подаче фасольной массы в камеру обмолачивания барабан с билами, ударяет по фасольной массе, часть ее отрывается, а оставшаяся часть, сцепляясь с билами, затягивается в камеру обмолачивания, где происходит обмолачивание стручков фасоли вместе со стеблями. В процессе работы часть фасольной массы, захваченная билами, срезается и измельчается при встрече с ножами, при этом наблюдается скачкообразное изменение динамической нагрузки, из-за чего работа барабана носит ударный характер.

В процессе обмолота фасольная масса может занимать различное положение внутри камеры обмолачивания (рисунок 1). В начале процесса обмолота фасольная масса по наклонной плоскости опускается вниз. Била центрального вала, вращаясь вокруг своей оси, бьет по массе фасоли.

Первое положение (рисунок 1, а). При попадании фасольной массы в камеру обмолота вектор скорости её перемещения направлен вниз, а после удара била её скорость направлена перпендикулярно поверхности била, поэтому фасольная масса отлетает и ударяется о стенку корпуса камеры.



1 – центральный вал; 2 – била; 3 – дека (подбарабанник);
4 – фасольная масса.

Рисунок 1 – Расчетная схема обмолота фасольной массы:
а, б, в, г – положения фасольной массы в процессе обмолота

Второе положение (рисунок 1, б). Далее фасольная масса теряет скорость и начинает падать вниз и, перемещаемая билом, взаимодействует со стенкой камеры, при этом происходит измельчение какой-то части ее массы, направление скорости фасольной массы до и после удара совпадают. Траектория перемещения фасольной массы ограничена формой (изгибом) деки и направлена вдоль деки, по её окружности, где возникают центробежные силы, которые прижимают фасольную массу к стенке, за счет этого происходит её измельчение.

Третье положение (рисунок 1, в). За счет трения фасольной массы о деку какая-то часть её измельчается, и мелкие частицы пролетают через отверстия деки. Прошедшая через отверстия деки измельченная фасольная масса считается достаточно обмолоченной.

Четвертое положение (рисунок 1, г). Оставшаяся часть фасольной массы разгоняется билами и, перемещаясь по дуге деки в точке. А, отлетает и снова ударяется о противоположную стенку камеры. Далее цикл повторяется.

При динамическом анализе и определении параметров обмолачивающего механизма необходимо учитывать взаимодействие деталей молотильного барабана с обрабатываемой массой, на которую накладываются различные силы.

Причем разница в уравнениях ударной и безударной работы только количественная, а начальное основное уравнение одинаково для обоих случаев, а именно уравнение работы барабана:

$$F\Delta t = m \cdot v, \quad (1)$$

где F – сила, H ; Δt – элемент времени, с; m – масса обрабатываемого продукта со стеблями, кг; v – скорость била, м/с.

Из уравнения (1) следует

$$F = \frac{\Delta m}{\Delta t} v = m' \cdot v, \quad (2)$$

где $\frac{\Delta m}{\Delta t}$ - количество фасольной массы, поступающее за одну секунду.

m' - масса продукта, подаваемая в единицу времени, кг/с.

Приращение количества движения фасольной массы до удара и после удара билами равно:

$$P = m \cdot v_2 - m \cdot v_1, \quad (3)$$

где v_2 - скорость до удара, м/с; v_1 - скорость после удара, м/с.

Из анализа работы обмолачивающего механизма видно, что удар биллом по фасольной массе происходит за чрезвычайно короткий промежуток времени t .

Энергия, затраченная на удар, определяется как:

$$E = \frac{1}{2} m \cdot v^2. \quad (4)$$

При попадании фасольной массы в камеру обмолота, центр тяжести слоя фасольной массы проходит по билу путь u , который принимаем равным $1/3$ высоты била от периферии:

$$u = \frac{R}{3}, \quad (5)$$

где $R = 0,3$ м - радиус била.

На слой фасольной массы, находящейся на биле, в момент времени t , с определяемым углом поворота $\alpha = \omega \cdot t = 60,35^\circ$ действуют следующие силы:

$$F = F_1 + F_u + F_\kappa, \quad (6)$$

где $F_1 = fmg \cos \alpha$ - сила трения, пропорциональная величине нормального давления слоя фасольной массы на плоскость и направленная против вектора скорости относительного перемещения слоя (рисунок 2),

$f = 0,6$ - коэффициент трения растительной массы по стали.

$F_u = m \cdot u \cdot \omega^2$ - центробежная сила инерции;

$F_\kappa = 2 \cdot f \cdot m \cdot \dot{u} \cdot \omega$ - сила Кориолиса.

Так как $G = m \cdot g$ - сила тяжести фасольной массы, тогда после замены получим: $F_1 = f \cdot G \cos \alpha$

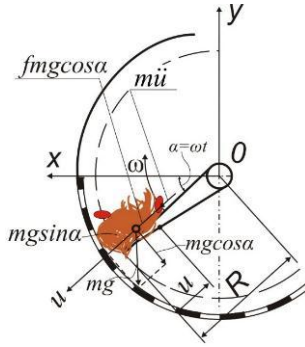


Рисунок 2 – Расчетная схема для определения сил в камере обмолота

Принимаем линию плоскости била за ось OX , проецируем все силы на эту ось и составляем дифференциальное уравнение движения центра тяжести слоя. Сумма всех этих сил должна быть записана в правой части дифференциального уравнения движения слоя фасольной массы:

$$m\ddot{u} = mg \sin \alpha - mg \cdot f \cdot \cos \alpha + 2f \cdot m \cdot \dot{u} \cdot \omega, \quad (7)$$

где \ddot{u} - ускорение массы фасоли на произвольном участке пути, м/с^2 ; \dot{u} - скорость на произвольном участке пути, м/с ; ω - угловая скорость центрального вала, рад/с .

Выполнив преобразования, получим дифференциальное уравнение движения фасольной массы по плоскости била.

$$\ddot{u} + 2\omega\dot{u} + \omega^2 u = -g \sin \omega t + f g \cos \omega t. \quad (8)$$

Придавая t ряд значений, используя систему Matlab, находим соответствующие значения перемещения фасольной массы по окружности барабана (график на рисунке 3).

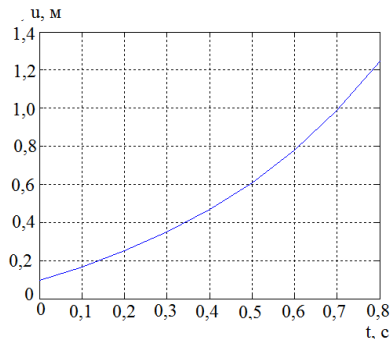


Рисунок 3 – Передвижение фасольной массы внутри камеры

Фасольная масса получает удар от била молотильного барабана и отбрасывается на стенку корпуса камеры обмолачивания.

Изложенная методика расчета сил, приложенных к слою фасольной массы в барабане, позволяет произвести кинематический и динамический анализ процесса измельчения и обмолота и обосновать основные параметры обмолачивающего механизма барабана, а также определить затрачиваемую мощность для достижения заданной производительности и требуемого качества товарного продукта.

Расчет сортировочного механизма фасолеуборочной машины

Следующим этапом в технологической цепи является операция очистки и сортировки зерна фасоли от мелких стеблей и половы. В результате работы обмолачивающего механизма фасолеуборочной машины получается смесь фасоли и стеблей. Полученная смесь с измельченными стеблями падает через отверстия подбарабанья (деки) и попадает на грохот, где происходит отделение зерен от измельченной массы. В связи с тем, что плотность бобов фасоли значительно выше плотности измельченной массы, стебли выдуваются потоком воздуха в вытяжной трубопровод, а очищенные зерна, проходя через сита, собираются в специальный сборник.

Для отделения зерен фасоли применяют сортировочные механизмы - грохоты. Рассмотрено три схемы сортировочного механизма.

В **первом варианте** опытного образца ФУМ использовался сортировочный механизм грохота с кривошипно-ползунным механизмом, схема которого представлена на рисунке 4.



Рисунок 4 – Схема сортировочного механизма грохота с кривошипно-ползунным механизмом

Механизм состоит из кривошипа 1, шатуна 2, ползуна-грохота 3, пластины грохота 4, ролика 5, стойки 6. Пластина грохота 4 под углом α жестко соединена с ползунком 3, на конце которого подвижно установлен ролик 5, опирающийся о стойку 6. Механизм работает следующим образом: вращательное движение кривошипа 1 через шатун 2 преобразуется в возвратно поступательное движение ползуна 3. Вместе с ползунком перемещается пластина грохота 4 и ролик 5.

Степень подвижности кривошипно-ползунного механизма определяется:

$$W = 3 \cdot n - 2 \cdot p_5 - p_4 = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 4 - 0 = 1,$$

здесь $n=3$; $p_5=4$; $p_4=0$.

На пластине грохота расположен ролик 5, который имеет местную подвижность $W_m=1$. С учётом дополнительной местной подвижности общая степень подвижности сортировочного механизма равна двум:

$$W = W_0 + W_m = 1 + 1 = 2,$$

где $W_0=1$ - основная подвижность механизма, по которой осуществляется преобразование движения по заданному закону; W_m - местная подвижность.

Подвижность $W_m = 1$ в этом механизме не изменяет передаточных функций механизма и является местной подвижностью.

Перемещение точки С ползуна (рисунок 4) определяется по формуле:

$$H = l_1 \cdot (1 - \cos \varphi_1) + l_2 (1 - \cos \varphi_2), \quad (9)$$

где φ_1 - угол поворота кривошипа, рад; φ_2 - угол поворота шатуна, рад; l_1 - длина кривошипа, мм; l_2 - длина шатуна, мм.

В зависимости (9) угол φ_2 усложняет анализ, поэтому, заменив на величину e исключим его. Из рисунка 5 имеем:

$$l_1 \sin \varphi_1 = l_2 \sin \varphi_2 + e; \quad (10)$$

скорость ползуна:

$$v = l_1 \sin \varphi_1 \cdot \dot{\varphi}_1 + \frac{\lambda l_1 \cos \varphi_1 \cdot \sin \varphi_1 \cdot \dot{\varphi}_1}{\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi_1}}; \quad (11)$$

ускорение ползуна:

$$a = l_1 \cos \varphi_1 \cdot \dot{\varphi}_1^2 + \frac{l_1 \lambda \cos^2 \varphi_1 \cdot \dot{\varphi}_1^2}{\sqrt{1 - (\lambda \cdot \sin \varphi_1)^2}} - \frac{l_1 \lambda \sin^2 \varphi_1 \cdot \dot{\varphi}_1^2}{\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi_1}}. \quad (12)$$

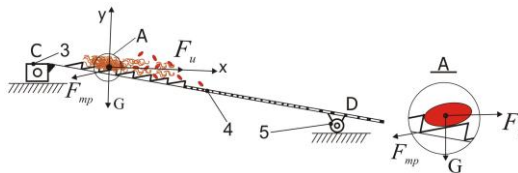


Рисунок 5 – Расчетная схема сортировочного механизма грохота с кривошипно-ползунным механизмом

Принимаем, что ускорение фасольной массы в крайнем положении равно ускорению ползуна, которое определяется уравнением (12), сила инерции массы фасоли определяется как:

$$F_u = -m_{ф.м.} \cdot a, \quad (13)$$

где F_u – сила инерции фасольной масса, Н; $m_{ф.м.}$ – масса обрабатываемого продукта после измельчения, кг; a – ускорение ползуна м/с².

При перемещении ползуна 3 под действием силы инерции F_u , фасольная масса перемещается вперед, преодолевая силы трения $F_{тр}$. Оторвавшаяся от пластины грохота фасольная масса, под действием собственного веса падет вниз, т.е. происходит её отрыв от грохота, что способствует всасыванию легких стеблей и растительной мелочи в вентилятор.

В следующем цикле процесс повторяется, а фасольная масса спускается вниз по наклонной пластине грохота кривошипно-ползунного механизма. Рассмотрим крайнее положение ползуна 3 (рисунок 5).

Сила трения определяется как:

$$F_{тр} = Gf, \quad (14)$$

Составим уравнения движения фасольной массы:

$$\ddot{m}_{ф.м.} = F_u - F_{тр}. \quad (15)$$

После некоторых преобразований уравнение примет следующий вид:

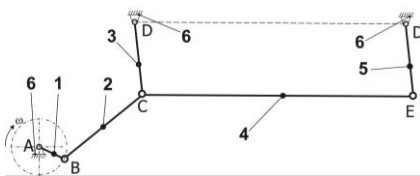
$$x = \frac{F}{2m} t^2 - fg \frac{t^2}{2} + \dot{x}_0 t. \quad (16)$$

Опыт эксплуатации первого варианта ФУМ показал, что сортировочный механизм имеет низкую производительность из-за малого встряхивания фасольной массы на поверхности грохота. По этой причине процесс отделения зерна фасоли от фасольной массы требовал повторных циклов очистки. В связи с этим обстоятельством конструкция сортировочного механизма была изменена.

Второй вариант сортировочного механизма отличается от предыдущего тем, что оснащен с шарнирно-шестизвенным механизмом. Механизм состоит из кривошипа 1 (рисунок 6), шатуна 2, коромысел 3 и 5, шатун-грохота 4, стойки 6. Механизм работает следующим образом: вращательное движение кривошипа 1 через шатун 2 преобразуется в качательное движение коромысла 3 и 5, которые имеют одинаковые длины. При такой схеме шатун-грохот 4 приобретает плоское движение (в горизонтальной и вертикальной плоскости).

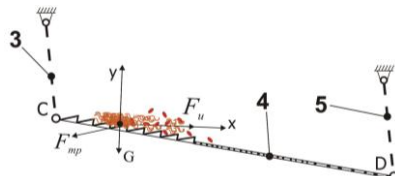
Степень подвижности шарнирно шестизвенного механизма равна единице:

$$W = 3 \cdot n - 2 \cdot p_5 - p_4 = 3 \cdot 5 - 2 \cdot 7 - 0 = 1.$$



1 – кривошип, 2 – шатун, 3, 5 – коромысла, 4 – шатун-грохот, 6 – стойки.

Рисунок 6 – Схема сортировочного механизма грохота с шарнирно-шестизвенным механизмом



3, 5 – коромысла, 4 – шатун-грохот, 6 – стойки.

Рисунок 7 – Расчетная схема сортировочного механизма

Угловое ускорение коромысла 3 определяется как:

$$\ddot{\varphi}_3 = \frac{A}{l_6} \ddot{\varphi}_1 - \frac{l_0 l_1 B \sin \varphi_1}{l_6^2 \sqrt{C}} \cdot \ddot{\varphi}_1 + \frac{2l_0^2 \cdot l_1^2 \sin^2 \varphi_1}{l_6^2 \sqrt{C}} \cdot \dot{\varphi}_1^2 - \frac{l_0 l_1 \sin \varphi_1}{l_6^2} \dot{\varphi}_1^2 - \frac{l_0 l_1 B}{l_6^2 \sqrt{C}} \dot{\varphi}_1^2 - \frac{4l_0 \cdot l_1 \cdot l_3^2 B \sin \varphi_1 - 3(l_2^2 - l_3^2) + 2l_6^2(l_2^2 - l_3^2)}{\sqrt{C}} \cdot \frac{l_0^2 \cdot l_1^2 \sin^2 \varphi_1}{l_6^2} \cdot \dot{\varphi}_1^2 \quad (17)$$

Составим уравнение движения фасольной массы, которая перемещается вместе с шатун-грохотом 4 до его крайнего положения и обратно. Принимаем, что ускорение фасольной массы в крайнем положении равно ускорению коромысла 3, которое определяется уравнением (17).

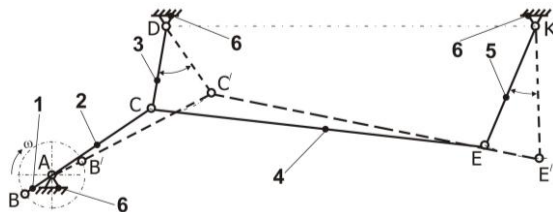
При возврате назад шатун-грохота 4, под действием силы инерции $F_{и}$ фасольная масса перемещается вперед, преодолевая силы трения $F_{тр}$.

В следующем цикле процесс повторяется, а фасольная масса спускается вниз по наклонной шатун-грохота шарнирно-шестизвенного механизма (рисунок 7).

Опыт эксплуатации второго варианта ФУМ показал, что сортировочное устройство кривошипно-шатунным механизмом имеет большую производительность, чем сортировочное устройство с кривошипно-ползунным механизмом.

Третий вариант сортировочного механизма выполнен как шестизвенный шарнирно-рычажный механизм с коромыслами с разной длины. Предлагаемая схема сортировочного механизма (рисунок 8) состоит из кривошипа 1, шатуна 2, коромысла 3, 5, шатун-грохота 4, стойки 6. Принципиальное отличие от выше рассмотренного сортировочного меха-

низма заключается в различной длине коромысел. Здесь должно обязательно соблюдаться условие $l_3 < l_5$ (l_3 - длина первого коромысла, l_5 - длина второго коромысла), при котором обеспечивается более крутой угол наклона плоскости грохота, способствующий большей амплитуде перемещения фасольной массы в вертикальном направлении в процессе работы сортировочного механизма.



1 – кривошип; 2 – шатун; 3 – шатун-грохот; 4, 5 – коромысла, 6 – стойки.

Рисунок 8 – Структурная схема сортировочного механизма грохота с коромыслами разной длины

Принцип работы рассматриваемого механизма аналогичен выше приведенному, отличие же состоит в следующем. В процессе работы механизм шатун-грохота занимает крайнее левое положение CDEK, при крайнем левом положении кривошипа (точка В), в случае поворота кривошипа на пол оборота (точка В'), грохот переместится в крайнее правое положение DC'E'K, и при дальнейшем вращении кривошипа происходит колебательное движение шатун-грохота, способствующее встряхиванию и ворошению измельченной фасольной массы, что обеспечивает быструю сортировку зерен фасоли и вытяжку отходов в виде мелких стеблей и половы.

При исследовании механизмов и звеньев, а также для построения траектории движения точек механизма использован аналитический метод, при котором определено взаимное расположение и перемещение звеньев сортировочного механизма. Исходя из практической целесообразности в качестве лимитирующего значения ускорения фасольной массы, принято для дальнейших расчетов ускорение точки С (коромысло 3).

Определим силу инерции фасольной массы:

$$F_u = -J_{ф.м.} \cdot \ddot{\varphi}_3, \quad (18)$$

где $J_{ф.м.}$ – момент инерции фасольной массы, $кг \cdot м^2$; $\ddot{\varphi}_3$ – ускорение коромысла 3, $м/с^2$.

Под действием силы инерции F_u фасольная масса перемещается вперед, преодолевая силы трения $F_{тр}$, и в процессе вибрации происходит отрыв

фасольной массы от грохота, что способствует всасыванию легких стеблей и растительной мелочи в вентилятор.

В следующем цикле процесс повторяется, а фасольная масса спускается вниз по наклонной поверхности шатун-грохота (рисунок 9).

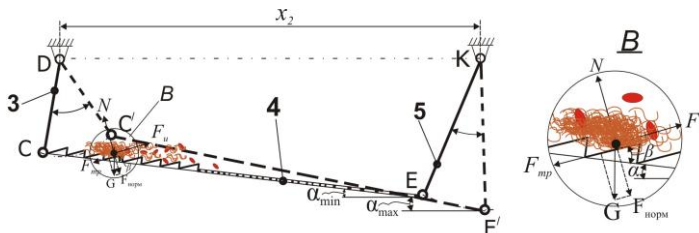


Рисунок 9 – Расчетная схема сортировочного механизма с шестизвенным шарнирно-рычажным механизмом с коромыслами разной длины

Исходя из крайних положений коромысел, плоскость грохота располагается под углом α_{min} (крайнее левое положение) и α_{max} (крайнее правое положение) относительно горизонта, причем $\alpha_{min} < \alpha_{max}$. Дальнейшие расчеты проводятся по значению α_{min} , как лимитирующего угла величины F_{mp} . Исходя из направлений действующих сил, показанных на рисунке 9, сила трения определяется как:

$$F'_{mp} = G \cdot f \cos(\beta - \alpha_{min}), \quad (19)$$

где α_{min} – угол наклона поверхности грохота относительно горизонта, град; β – угол наклона ребер грохота (конструктивный параметр), град.

Угол α_{min} зависит от соотношения длин коромысел $l_3 < l_5$, а также от межопорного расстояния x_2 (DK). Опыт эксплуатации первого и второго вариантов ФУМ показал, что эти сортировочные механизмы не очень эффективны из-за малой амплитуды колебания грохота в процессе работы, величина которой обусловлена конструктивными особенностями этих схем, что, в конечном счете, отрицательно отражается на эффективности сортировки.

Третий вариант сортировочного устройства с механизмом сортировки с различными длинами коромысел в сравнении с двумя предыдущими вариантами обладает помимо качательного движения грохота эффект встряхивания фасольной массы во время работы, что положительно сказывается на эффективности сортировки, что в конечном итоге приводит к повышению производительности и качества просеивания.

Следовательно, для изготовления и внедрения фасолеуборочных машин в сельское хозяйство можно рекомендовать конструкцию сортировочного механизма с коромыслами грохота различной длины, разница в

длине коромысел на 40 % создает колебательное движение для улучшения процесса очистки фасоли.

В третьей главе представлены результаты испытаний фасолеуборочной машины, разработана методика ее испытаний.

Целью проведения экспериментальных испытаний в полевых условиях являлась необходимость определения:

- работоспособности фасолеуборочной машины (ФУМ) с ручной загрузкой;
- частоты вращения валов механизмов ФУМ;
- производительности обмолота фасольной массы при ручной загрузке;
- процента потерь фасоли при работе ФУМ с ручной загрузкой;
- процента нетоварной (дробленой) продукции.

Для проведения полевых испытаний был собран экспериментальный агрегат, состоящий из трактора, фасолеуборочной машины и прицепа для сбора отходов стеблей (рисунок 10). Для проведения полевых испытаний ФУМ предварительно была подготовлена обрабатываемая скошенная фасольная масса, уложенная в 5 валков (рисунок 11).



Рисунок 10 – Общий вид экспериментального агрегата с ФУМ



Рисунок 11 – Необмолоченные стебли фасоли

Измеряемые параметры скошенного валка фасольной массы: длина, ширина, высота валка, общий объем занесены в таблицу 3. Для определения веса 1 м³ фасольной массы проведено 3 измерения указанного объема.

Таблица 3 – Измеряемые параметры валков перерабатываемой массы фасоли

Параметры	Результаты измерения			
	1	2	3	Среднее
Длина L, м	70,4	70,5	70,2	70,4
Ширина В, м	2,2	2,4	2,3	2,3
Высота Н, м	0,5	0,7	0,6	0,6
Плотность, кг/м ³	11,5	13	11,6	12

Полевые испытания проводились в селе Учбулак Таласской области Карабууринского айыл окмоту. В соответствии с особенностями сбора урожая фасоли и для чистоты проводимых испытаний собранные стебли были предварительно просушены на ровном, сухом участке поля. Высушенная фасольная масса была разделена на ряды и сформованы отдельные валки.

Вес испытуемой фасольной массы в валке определяется как:

$$G_{\text{им}} = L \cdot B \cdot H \cdot q, \quad (20)$$

где L – длина валка испытуемой фасольной массы, м; B – ширина валка испытуемой фасольной массы, м; H – высота валка испытуемой фасольной массы, м; q – плотность фасольной массы, кг/м³.

Разработанная конструкция ФУМ предполагает ручную загрузку фасольной массы. При такой технологии переработки неизбежно дополнительное воздействие работников на обрабатываемую массу, при котором происходит нежелательное преждевременное раскрытие стручков фасоли и высыпание их в землю. По требованиям агротехники потери урожая фасоли на момент уборки и обмолота не должно превышать 2,9 %.

Для определения потерь зерна фасоли в течение часа процесс обмолота был остановлен, т.к. при проведении полевых испытаний на земле наблюдались стручки с бобами, отделившиеся от фасольной массы, а также бобы фасоли, просыпавшиеся из преждевременно раскрывшихся стручков. Все эти потери были собраны и взвешены на электронных весах. Так, после обмолота фасольной массы, равной 3038,4 кг, после одного часа работы ФУМ было собрано с земли 64 кг бобов фасоли, что составило 2,1 %, что меньше допустимого.

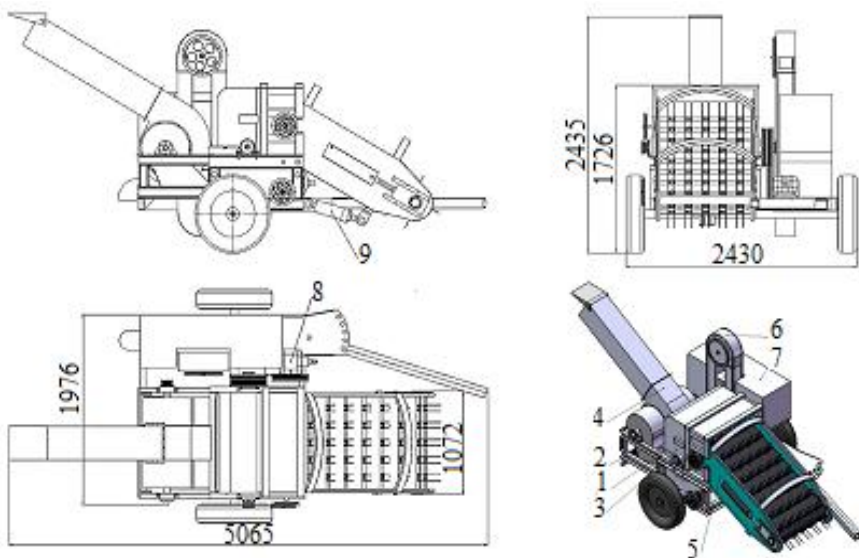
Определение качества обмолоченных зерен фасоли проводилось следующим образом. Из произвольно взятого объема обмолоченных зерен отделялись дробленые зерна, вес которых сопоставлялся с весом контрольного объема зерен фасоли, и определялся процент не качественной продукции. Эксперименты показали, что процент брака составляет от 2 до 5 %.

В процессе полевых испытаний была установлена работоспособность ФУМ, соответствующая предъявляемым техническим требованиям. В процессе обмолота фасольной массы зерна фасоли качественно и полностью очищались от растительной массы.

В четвертой главе рассмотрена конструкция фасолеуборочной машины с подбирающим транспортерным устройством. С учетом достоинств и недостатков, рассмотренных выше конструкций фасолеуборочных машин, и после проведения полевых испытаний шестого опытного образца ФУМ (рисунок 12) в Институте машиноведения НАН КР была

разработана конструкция фасолеуборочной машины с подбирающим устройством.

Фасолеуборочная машина «ФУМ-1» состоит из следующих составных частей: рамы 1, грохота (трясуна) 2, обмолачивающего механизма 3, улитки вентилятора 4, подбирающего транспортерного механизма 5, транспортерного элеватора 6, бункера сбора зерна фасоли 7, конического редуктора 8, гидравлического цилиндра для регулировки во время транспортировки машины.



1 – рама машины, 2 – грохот для сортировки зерна (фасоли), 3 – молотильный барабан, 4 – улитка всасывающая (вентилятор), 5 – подбирающий транспортерный механизм, 6 – транспортерный элеватор для зерна, 7 – бункер, накопитель зерна, 8 – конический редуктор, 9 – гидравлический цилиндр для регулировки во время транспортировки машины.

Рисунок 12 – Общий вид конструкции фасолеуборочной машины «ФУМ-1»

Данный вариант конструкции ФУМ предполагает исключение ручного физического труда сельхоз работника, а также повышает производительность уборки вырешенного урожая фермерских хозяйств.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В результате выполненных исследований решена актуальная задача синтеза механизмов для обмолачивания, очистки и сортировки зерна фасоли от мелких стеблей и половы.

На основании проведенных работ можно сделать следующие выводы и рекомендации:

1. Анализ конструктивных схем существующих фасолеуборочных машин выявил недостатки обмолачивающих механизмов: сложность их конструкции из-за большого числа звеньев, которые снижают КПД и производительность процесса обмолота и сортировки фасоли.

2. Разработана новая кинематическая схема фасолеуборочной машины, отличающаяся от известных тем, что в ней содержится обмолачивающий механизм, выполненный в виде камеры с вращающимися билами, деки, а также сортировочный механизм, выполненный в виде шестизвенного рычажного механизма с различной длиной звеньев коромысел и продувающего вентилятора, новизна которой защищена патентом КР № 1691.

3. Разработана методика определения закона колебательного движения, скорости и ускорения фасольной массы на пластине сортировочного механизма, обеспечивающего улучшение процесса отделения зерна фасоли от примесей.

4. Предложена схема сортировочного механизма, обоснованы рациональные геометрические параметры её звеньев, обеспечивающие требуемое колебательное движение по сортировке зерен фасоли, правильность подобранных параметров подтверждена испытаниями фасолеуборочной машины.

5. Усовершенствована конструктивная схема фасолеуборочной машины, оснащённая подбирающим транспортным устройством, позволяющая автоматизировать процесс загрузки стручковой массы и увеличить производительность ее обработки.

6. Разработана методика проведения полевых испытаний фасолеуборочной машины, позволяющая определить процент потерь зерна и количество дробленого. Установлено, что разработанная конструкция фасолеуборочной машины снижает потери зерна до 2,1% и уменьшить количество дробленого зерна до 5 %.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНО В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

1. **Байгазиев, М.С.** Кинематические схемы дробильных машин [Текст] / М.З. Алмаматов, М.С. Байгазиев // Материалы 52-й научно-технической конференции молодых ученых и студентов, посвященной 100-летию выдающегося государственного деятеля Кыргызской Республики Исхака Раззакова «Студенческая наука: взгляд молодых», КГТУ им. И.Раззакова, Бишкек, 2010. – С. 55 - 58.

2. **Байгазиев, М.С.** Виды механизмов дробильных машин [Текст] / М.З. Алмаматов, М.С. Байгазиев // Материалы 54-й научно-технической конференции молодых ученых и студентов, посвященной 100-летию выдающегося государственного деятеля Кыргызской Республики Исхака Раззакова «Студенческая наука: взгляд молодых», КГТУ им. И.Раззакова, Бишкек, 2012. – С. 17 - 22.

3. **Байгазиев, М.С.** Анализ работы молотильных устройств [Текст] / М.С. Байгазиев // Материалы международной научно - практической конференции «Теория машин и рабочих процессов», посвящённой 90 - летию со дня рождения академика Алимова О.Д., Институт машиноведения НАН КР, Бишкек: ИМаш НАН КР, 2013. – С. 89 - 90.

4. **Байгазиев, М.С.** Пропускная способность молотильных устройств [Текст] / М.С. Байгазиев, Ч.О. Толошов // Материалы международной научно - практической конференции «Теория машин и рабочих процессов», посвящённой 90 - летию со дня рождения академика Алимова О.Д., Институт машиноведения НАН КР Бишкек: ИМаш НАН КР, 2013. – С. 91 - 93.

5. **Байгазиев, М.С.** Разработка конструкции машины для очистки фасоли от стеблей [Текст] / М.З. Алмаматов, М.С. Байгазиев // Вестник Таджикского технического университета № 3 (23), Душанбе: ТТУ им. акад. М.С. Осими, 2013. – С. 35 - 39.

6. **Байгазиев, М.С.** Классификация молотильных устройств и их рабочий процесс [Текст] / М.З. Алмаматов, М.С. Байгазиев // Известия КГТУ им. И. Раззакова № 29 Бишкек: КГТУ им. И. Раззакова, – 2013. – С. 119 - 123.

7. **Байгазиев, М.С.** Основное уравнение работы молотильного барабана и его анализ [Текст] / М.С. Байгазиев // Известия КГТУ им. И. Раззакова № 29 Бишкек: КГТУ им. И. Раззакова, 2013. – С. 132 - 135.

8. **Байгазиев, М.С.** Структурный синтез механизмов молотильных устройств [Текст] / М.С. Байгазиев // Материалы международной научно - технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Инновация-вектор для молодежи» Бишкек: КГТУ им. И.Раззакова, 2014. – С. 142 - 145.

9. **Байгазиев, М.С.** Патент КР № 1620 Рычажный механизм [Текст] / М.З. Алмаматов, А.А. Абдираимов, М.С. Байгазиев, Р.Ш. Халов, Ч.О. Толошов // Кыргызпатент, заявл. 18.03.2013, опубл. 30.04.2014, Бюл. № 4.

10. **Байгазиев, М.С.** Патент КР № 1691 Молотильное устройство для обмолачивания фасоли [Текст] / М.З. Алмаматов, М.С. Байгазиев, Б.Ж.Чолпонбаев, Т.М. Нурманбетов, Д.С. Байгазиев // Кыргызпатент, заявл. 29.11.2013, опубл. 31.12.2014, Бюл. № 12.

11. **Байгазиев, М.С.** Этапы развития конструкций молотильных устройств [Текст] / М.С. Байгазиев // Известия КГТУ им. И. Раззакова № 3 (36), Бишкек: КГТУ им. И. Раззакова, 2015. – С. 121-125.

12. **Байгазиев, М.С.** Расчет параметров всасывающего вентилятора воздушной очистки обмолоченной фасоли [Текст] / М.С. Байгазиев // Техника машиностроения, Том №3 (23), М.: Научно-техническое предприятие «Вираз-Центр», 2016. – С. 53 - 56.

13. **Байгазиев, М.С.** Расчёт параметров механизма обмолачивания и очищение зерна машиной для обмолачивания фасоли [Текст] / М.З. Алмаматов, М.С. Байгазиев // Вестник Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими № 3 (35), Душанбе: ТТУ им. акад. М.С. Осими, 2016. – С. 91 - 102.

РЕЗЮМЕ

Байгазиев Мирбек Сагымбаевичтин 05.02.18 “Механизмдер жана машиналар назарыты” адистиги боюнча техникалык илимдердин кандидаттыгы боюнча окумуштуулук даражага ээ болуу чүн «Төөбуурчак жыйноочу машинанын данбастыруучу жана ылгоочу механизмдеринин параметрлерин негиздөө жана түзүү» темасына жазылган диссертациясынын кыскача мазмуну

Түйүн сөздөр: төөбуурчакты чогултуучу машина, майдалоочу механизм, ылгоочу механизм, төөбуурчактын массасы, ийри муунак-жылгыч механизми, алты мүчөлүү механизм.

Изилдөө объекти: төөбуурчакты чогултуучу машина

Изилдөө предмети: майдалоочу жана ылгоочу механизмдери.

Илимий иштин максаты: төөбуурчакты чогултуучу машинанын тажрыйбалуу үлгүсүн максатбаптоо негиздемесинин майдалоочу жана ылгоочу механизмдеринин ченем өлчөгүчтөрүн жана конструкцияларын иштеп чыгуусун талдоо жана түзмөлөө болуп саналат.

Изилдөө усулдары жана аппараттары: изилдөө механизмдердин жана машиналардын талдоодо жана түзмөлөөдө назарытынын негизинде жүргүзүлдү. Эксперименттик изилдөөлөр тажрыйбалуу төөбуурчакты чогултуучу машинанын МТЗ – 80 түрүндөгү трактор менен биргелешкен үлгүсүдө жүргүзүлдү, бул учурда: ТЧ10-Б түрүндөгү саат тахометри, секундомер, ченөөчү чыгырык, электрондук "Эконом" ВЕСТ-150А12 түрүндөгү тараза шаймандары колдолунган.

Алынган жыйынтыктар жана алардын жаңылыгы: төөбуурчактын массасын жигердүү иштетүүгө жана төөбуурчактын бүтүн данын санын жогорлатууга мүмкүнчүлүк жараткан төөбуурчакты чогултуучу машинанын конструктивдүү сөлөкөтү иштелип чыккан. Ал чанактуу массаларын жүктөө жараянын автоматташтыруу максатында жылма унаа түрүндөгү терип чогултуучу түзүлүш менен камсыздалган. Бир эле учурда теребелдик жана тик кыймылды камсыз кылуучу ар кандай узундуктагы термелгичи бар алты мүчөдөн турган допшо калтектүү механизмдин негизинде ылгоочу түзүлүшүнүн кинематикалык сөлөкөтү иштелип чыккан. Төөбуурчактын данын өсүмдүк массадан ажыратуунун жигердүүлүгүн жогорлатууга мүмкүндүк берүүчү ылгоочу алты мүчөлүү механизмдин кинематикалык өлчөм мүнөздөгүчтөрүн аныктоого усулдугу иштелип чыккан.

Колдонуу даражасы: төөбуурчакты чогултуучу машинанын жаңы конструкциясы Талас областынын Карабуура айыл өкмөтүнө караштуу Учбулак айлында ишке ашырылды.

Колдонуу тармагы: төөбуурчакты чогултуучу машинанын майдалоочу механизмдерин долбоорлоодо жана конструкциялоодо колдонулат.

РЕЗЮМЕ

**диссертации Байгазиева Мирбека Сагымбаевича на тему:
«Обоснование параметров и создание обмолачивающего и
сортировочного механизмов фасолеуборочной машины» на
соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.02.18 – Теория механизмов и машин**

Ключевые слова: фасолеуборочная машина, обмолачивающий механизм, сортировочный механизм, фасольная масса, кривошипно-ползунный механизм, шестизвенный рычажный механизм.

Объект исследования: фасолеуборочная машина.

Предмет исследования: обмолачивающий и сортировочный механизмы.

Целью работы является синтез обмолачивавшего и сортировочного механизмов, обоснование их рациональных параметров и разработка конструкции опытного образца фасолеуборочной машины.

Методы исследования и аппаратура: исследование выполнялась на основе методов анализа и синтеза теории механизмов и машин. Экспериментальные исследования проводились на опытном образце ФУМ, совмещенном с трактором типа МТЗ – 80 при полевых испытаниях, при измерениях использованы часовой тахометр типа ТЧ10-Р, секундомер, рулетка, весы товарные электронные "Эконом" типа ВЕСТ-150А12.

Полученные результаты и их новизна: разработана конструктивная схема фасолеуборочной машины, позволяющая обеспечить рациональный режим обработки фасольной массы, снизить количество поврежденного зерна фасоли и автоматизировать процесс загрузки стручковой массы за счет оснащения ее подбирающим транспортным устройством; разработана кинематическая схема сортировочного устройства на основе шестизвенного шарнирно-рычажного механизма с различной длиной коромысел, позволяющая обеспечить колебательное движение по горизонтальной и вертикальной плоскостям одновременно; разработана методика определения кинематических параметров сортировочного шестизвенного механизма, позволяющая повысить эффективность отделения зерна фасоли от растительной массы.

Степень использования: конструкция фасолеуборочной машины внедрена в фермерском хозяйстве села Учбулак Карабуурунского айыл окмоту Таласской области Кыргызской Республики.

Область применения: проектирование и конструирование обмолачивающего и сортировочного механизмов фасолеуборочных машин.

SUMMARY

**the dissertation of Baigaziev Mirbek Sagymbayevich on the theme:
"Substantiation of parameters and creation of threshing and sorting
mechanisms of the bean-harvesting machine" for the degree of
candidate of technical sciences in specialty 05.02.18 - Theory of
mechanisms and machines**

Keywords: bean-harvesting machine, threshing mechanism, sorting mechanism, bean mass, crank-slider mechanism, six-link lever mechanism.

The object of study: a bean-harvesting machine.

Subject matter: threshing and sorting mechanisms.

Objective: synthesis of threshing and sorting mechanisms, substantiation of their rational parameters and development of the design of an experimental sample of the bean-harvesting machine.

Methods: The research was carried out on the basis of methods of analysis and synthesis of the theory of mechanisms and machines. Experimental studies were carried out on a prototype of bean-harvesting machine, combined with a tractor of (MT3 – 80) type in field tests, the measurements use a time tachometer of the type (TЧ10-Р), stopwatch, tape measure, commercial electronic scales "Econom" type (BECT-150A12).

The results and their novelty: creation of the constructive scheme of the bean-harvesting machine, allowing to provide rational treatment of beans mass and reduce the quantity damaged bean grain and to automate the process of loading the pulp by equipping it with a picking conveyor device; the kinematic scheme of the sorting device on the basis of a six-link articulated mechanism with different lengths of rocker arms, allowing to provide an oscillatory motion along the horizontal and vertical planes simultaneously; a method for determining the kinematic parameters of a six-link sorting mechanism has been developed, to improve the separation efficiency of grain beans from impurities.

Degree of use: the design of the bean-harvesting machine was introduced in the farm of the village «Uchbulak», Karabuura aiyl Okmotu of the Talas region of the Kyrgyz Republic.

Application: design and construction of threshing and sorting mechanisms of the bean harvesters machine.



Подписано в печать 09.11.2017.
Формат 60x84 $\frac{1}{16}$ бумага офсетная. Объем 1,5 печ. листа.
Тираж 130 экз. Заказ 149

Отпечатано ОсОО «Кут-Бер» г. Бишкек, ул. Медерова, 68