



Е.Б. Якирдин №61 автордук физика-математикалык мектеп-лицей окуу комплекси  
Учебный комплекс авторской физико-математической школы-лицея №61 Якира Е.Б.

Городской конкурс исследовательских проектов школьников

## ***Универсальный измельчитель для растений “МАКО”***

***Номинация: робототехника  
и автоматизированные системы***

Проект выполнил  
ученик 11 “Б” класса:  
Набиев Элир Ильнурович

Руководитель проекта:  
Каланходжаева Мавлюда Шавкатовна  
учитель физики УК АФМШЛ №61 Якира Е.Б.,  
Отличник образования КР

Бишкек шаары 2020 - 2021-жыл  
г. Бишкек - 2020 - 2021 год

## Содержание

Введение .....	2
Глава 1. Исследовательская часть .....	3
1.1. Исследование истории развития измельчителей .....	3
1.2. Исследование разделов физики, применяемых при работе измельчителя.....	4
1.2.1 Переменный ток .....	4
1.2.2. Двигатели переменного тока.....	6
1.2.3. Трансформатор .....	7
1.3. Принцип работы измельчителя режущего типа .....	7
1.4. Техника безопасности.....	8
Глава 2. Практическая часть .....	9
2.1. Создание чертежей.....	9
2.2. Закупка материалов.....	10
2.3. Лазерная резка металла.....	11
2.4. Сборка отдельных компонентов .....	11
2.5. Сборка измельчителя .....	12
Глава 3. Оценка и сравнение.....	13
3.1. Экономическое обоснование проекта .....	13
3.2. Оценочные сравнения.....	14
Заключение .....	15
Список использованной литературы.....	16
Приложение .....	17

## Введение

В сельском хозяйстве, в больших и малых фермерских предприятиях, очень часто насущной необходимостью является измельчение грубостебельчатых растений, с целью получить сырье для кормов животных, или для мульчирования почвы у аграриев, либо у производителей грибов для приготовления мицелия и т.д. Небольшие кусочки пищи (сена, соломы, кукурузы) гораздо лучше усваиваются животными, что позволяет упростить процесс откармливания и улучшить их самочувствие, а также сократить количество складских помещений. Зимой единственным кормом для животных являются солома и сено, в связи с этим фермеры еще с лета начинают заготовки для измельчения. При этом при выращивании кукурузы остаются много отходов в виде початков, которые можно использовать на корм животным. Поэтому тема проекта «**Универсальный измельчитель для растений «МАКО»**» актуальна, так как универсальный измельчитель для растений - необходимый, важный и ценный инструмент, который является неотъемлемой частью как личного подворья, так и любого фермерского хозяйства.

**Объект исследования:** состояние рынка измельчителей для растений в Кыргызстане на параметры наличия, производства и качества

**Предмет исследования:** измельчитель для сена, соломы, початковой кукурузы

**Цель исследовательской работы:** разработать и собрать универсальный измельчитель для растений

**Задачи исследования:**

- изучить и проанализировать информацию об измельчителях различных растений;
- разработать чертежи компонентов измельчителя с наличием ротора ножей;
- собрать универсальный измельчитель для растений, учитывая правила по технике безопасности при его эксплуатации;
- проанализировать производительность и качество измельчённой продукции измельчителя «МАКО» с такими же характеристиками промышленных измельчителей.

**Гипотеза:** применяя ротор и сетки разного диаметра, можно создать универсальный измельчитель для растений

**Методы исследования:**

- теоретический: изучение и анализ источников информации по данной теме;
- эмпирический: создание универсального измельчителя для растений.

## Глава 1. Исследовательская часть

### 1.1. Исследование истории развития измельчителей

Возникновение необходимости измельчения в его самом примитивном виде относится к эпохе нового каменного века (неолит). За 4000 лет до нашей эры люди, жившие в условиях первобытнообщинного строя, еще до возникновения организованного земледелия уже измельчали зерна различных злаковых растений в муку при помощи камней. Позже для измельчения зерен стали применять каменные ступы, в которых зерно толкли пестом.

Но постепенно люди поняли, что растирать легче, чем толочь. Так появилась зернотерка, состоящая из двух камней: нижнего, на который клали зерно, и меньшего -- верхнего. Перемещая верхний камень вдоль нижнего, зерно растирали в муку. Египетские женщины для растирания зерен использовали каменные терки. Большое количество зернотерок нашли археологи на территории нашей страны.

Для измельчения зерна использовали и крупные камни. Такую «общественную» мельницу нашли при археологических раскопках в Ирландии. Коллективное использование камней для измельчения зерна соответствовало условиям первобытнообщинного строя, при котором существовала общественная собственность не только на средства производства (земля, лес, реки, пастбище), но и на основные орудия производства. Труд в основе своей в те времена был коллективным.

О размоле зерна в Греции упоминается в эпической поэме Гомера “Одиссея”. Различные зернотерки находили при раскопках в странах древнего Востока, на территории древнего Вавилона. Во многом изобретению мельницы способствовало появление водяного колеса, с помощью которого производилось орошение полей. Под напором течения реки колесо вращалось, нижние черпаки погружались в воду, поднимались вверх, где опрокидывались в под веденный желоб. Вскоре люди догадались, что энергия вращающегося колеса можно использовать не только для качания воды, но и в мукомольном деле.

Первая водяная мельница состояла из двигательного механизма, передаточного механизма и перемалывающего устройства. Последнее состояло из нижнего и верхнего жерновов. Верхний соединялся с шестерней, при помощи которой и приходил в движение. Над верхним жерновом находилась воронкообразная емкость, в которую засыпалось зерно.

## 1.2. Переменный ток, двигатели переменного тока и трансформатор

Перед тем как начинать собирать измельчитель, нужно понять, как этот измельчитель будет совершать работу, и какие при этом будут преимущества.

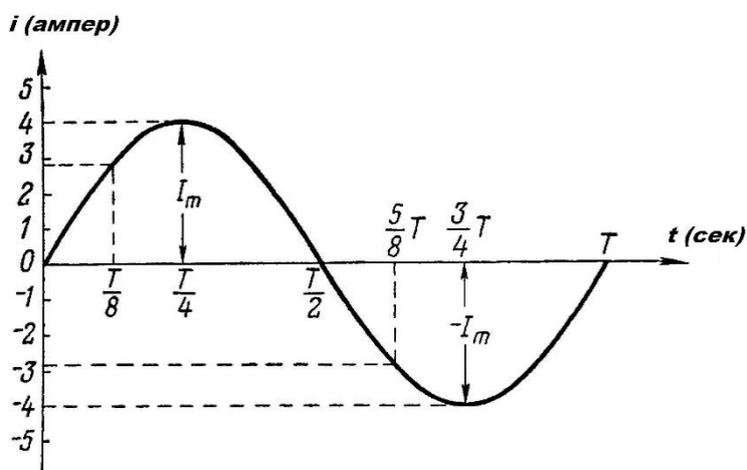
### 1.2.1. Переменный ток

Слово «ток» означает движение или течение чего-то. Электрическим током называется упорядоченное (направленное) движение заряженных частиц. Чтобы получить электрический ток в проводнике, надо создать в нем электрическое поле. Чтобы электрический ток в проводнике существовал длительное время, необходимо все это время поддерживать в нем электрическое поле. Электрическое поле в проводниках создается и может длительное время поддерживаться источниками электрического тока.

Постоянный ток - ток, направление и величина которого слабо меняется во времени.

Переменный ток - это ток, направление и величина которого меняется во времени.

Среди переменных токов основным является ток, величина которого изменяется по синусоидальному закону. В этом случае потенциал каждого конца проводника изменяется по отношению к потенциалу другого конца проводника попеременно с положительного на отрицательный и наоборот, проходя при этом через все промежуточные потенциалы. В результате возникает ток, непрерывно изменяющий направление: при движении в одном направлении он возрастает, достигая максимума, именуемого амплитудным значением, затем спадает, на какой-то момент становится равным нулю, потом вновь возрастает, но уже в другом направлении и также достигает максимального значения, спадает, чтобы, затем вновь пройти через ноль, после чего цикл всех изменений возобновляется.



Развернутая диаграмма переменного синусоидального тока

Переменный синусоидальный ток выражается формулой:

$$i = I_m \sin \omega t ,$$

где  $I_m$ -амплитуда синусоидального тока;  $\omega t$ - некоторый угол, называемый фазой синусоидального тока.

Сравнивая постоянный и переменный ток, люди пришли к заключению, что использование переменного тока наиболее выгодно, в отличие от постоянного. Это обуславливается тем, что при передаче переменного тока в линиях электропередач Низкие потери по сравнению с постоянным током. Генераторы переменного тока простые и дешевые. При передаче на большие расстояния по ЛЭП высокое напряжение достигает 330 тысяч вольт с минимальным током. Передача постоянного тока на большие расстояния понесет немалые потери, особенно на отдаленные от больших городов фермы и мелкие хозяйства. Также высоковольтные генераторы переменного тока значительно проще и дешевле. Из переменного напряжения легко получить более низкое напряжение через простые трансформаторы.

Таким образом, мы можем сделать вывод, что наш измельчитель должен работать на двигателе переменного тока, так как переменный ток имеет больше преимуществ

### 1.2.2. Двигатели переменного тока

Двигатель переменного тока<sup>1</sup> - это электродвигатель, приводимый в действие переменным током. Двигатель переменного тока обычно состоит из двух основных частей: внешнего статора и внутреннего ротора. Электродвигатели разделяются на синхронные и асинхронные, отличие этих двигателей в принципе их работы. Синхронные движутся синхронно с магнитным полем, питающего их напряжения. Они в основном используются при наличии большой мощности. Асинхронные двигатели – это электродвигатели, которые работают с помощью переменного тока, где частота вращения ротора зависит от частоты вращающего магнитного поля. Бывают однофазные, двухфазные, многофазные.

Рассмотрим строение 3-х фазного асинхронного двигателя:

Статор является неподвижной частью двигателя. Статор состоит из магнитопровода - специальных пластин электротехнической стали, служащих для замыкания электромагнитного поля. В пазы статора помещается обмотка. Лобовые части электродвигателя скрепляют бандажной лентой (Рис. 1).

Ротор (Рис.23) является движущейся частью двигателя. Располагается внутри статора. Представляет собой цилиндр, собранный из стальных листов штампованной электротехнической стали, насаженный на стальной вал. Роторы могут быть фазными или короткозамкнутыми (беличье колесо).

---

<sup>1</sup> №1, стр. 18

Принцип работы двигателя (Рис.2) основан на взаимодействии магнитных полей. На обмотку статора подается переменный ток, после чего, благодаря закону ЭДС индукции, создается движущееся магнитное поле. Это магнитное поле действует на обмотку ротора, вследствие чего создается электрический ток, а как следствие еще одно магнитное поле, после чего создается крутящий момент

Таким образом устроен трёхфазный асинхронный двигатель. Он отличается от однофазного двигателя тем, что у него 3 обмотки, расположенные со смещением на  $120^\circ$

В сельской местности, где наблюдаются постоянные перебои электросети, проблема пропадания или смещения фаз особенно актуальна. В таких случаях однофазный двигатель всегда приходит в негодность, в отличие от трёхфазного двигателя за счет дополнительных двух фаз. В электрическом щитке ставится реле контроля фаз (Рис.3), задачи которого, при пропадании или смещении фазы – разъединять электрическую цепь

Трёхфазные асинхронные двигатели из-за наличия 3 фаз вместо одной значительно мощнее чем однофазные двигатели.

Трёхфазный асинхронный двигатель имеет ряд преимуществ:

- + Способность принимать различные механические перегрузки без существенных изменений КПД или нарушения стабильности работы.

- + Безотказная работа на участках, размещенных на высоте над уровнем моря 1 км, при диапазоне температур  $-40^\circ\text{C}$  и  $+40^\circ\text{C}$ , влажности воздуха при

  - $+25^\circ\text{C}$  не более 98%, запыленности — 10 мг/м<sup>3</sup>.

- + Отсутствие необходимости проводить сложное и дорогостоящее обслуживание.

- + Полная автоматизация работы.

### 1.2.3. Трансформатор

С помощью чего можно доставить переменный ток на дальние расстояния, на самые отдаленные фермы и хозяйства? Для решения этой проблемы служит трансформатор

Трансформатор представляет собой устройство, которое преобразовывает напряжение переменного тока (повышает или понижает). Состоит трансформатор из нескольких обмоток (двух или более), которые намотаны на общий ферромагнитный сердечник. Трансформаторы бывают: стержневыми, броневыми или тороидальными.

Достаточно часто трансформаторы используются при передаче электроэнергии на дальние расстояния. Непосредственно на электрогенерирующих предприятиях они позволяют существенно повысить напряжение, которое вырабатывается источником переменного тока.

Повышая напряжение до 1150 кВт, трансформаторы обеспечивают более экономную передачу электроэнергии: значительно снижаются потери электричества в проводах и появляется возможность уменьшить площадь сечения кабелей, используемых в линиях электропередач

Принцип работы трансформатора основан на эффекте электромагнитной индукции. Классическая конструкция состоит из металлического магнитопровода и электрически не связанных обмоток, выполненных из изолированного провода. Та обмотка, на которую подается электроэнергия, называется первичной. Вторая — подсоединённая к устройствам, потребляющим ток, называется вторичной. Соотношение между входным и выходным напряжением трансформатора прямо пропорционально отношению количества витков соответствующих обмоток.

### **1.3. Принцип работы измельчителя режущего типа**

Любой измельчитель для растений по принципу своей работы схож с кофемолкой, лишь за тем исключением, что измельчители намного мощнее.

- в специальный отсек, который называется «погрузочный бункер» засыпается сено/солома/кукуруза;
- проходя через отделение с ротором ножей, оно измельчается до необходимой фракции;
- в зависимости от того, что именно нужно получить на выходе, применяются сетки разного диаметра, ведь в измельчителе можно измельчать просто зерно, или же целые колосья, вместе со стеблями, на которых оно выросло;

Это касается, как пшеницы, так и других зерновых культур, в том числе и ячменя, кукурузы и гречи. Благодаря этому можно готовить разнообразный корм для всех домашних птиц и животных. Также, в измельчителях можно измельчать маслянистые продукты, как например, шрот подсолнечника.

Он кардинально отличается от сухого зерна, поскольку обладает намного большей вязкостью, и в результате дробления получается намного крупнее. Так же, как и в случае с зерном и маслянистыми культурами, в зернодробилке можно измельчать корнеплоды, цельные початки кукурузы, сено и траву.

Также, касательно работы с бытовой зернодробилкой, для фермерских и домашнего хозяйств существуют некоторые правила, которых нужно придерживаться все время, проявлять к ним особое внимание.

Поскольку в основе работы прибора — ножи — осуществляющие рубку благодаря центробежной силе, насыпать зерно стоит равномерно и небольшими порциями. В большом

количестве оно может заклинить механизм, что приведет к моментальной поломке двигателя или вала.

#### **1.4. Техника безопасности<sup>2</sup>**

Никогда и ни при каких обстоятельствах не стоит оставлять подключенную к сети дробилку без присмотра, особенно, если поблизости находятся дети.

Нельзя разрешать детям работать с ней без присмотра – измельчитель имеет очень много открытых движущихся частей.

Нельзя трогать ротор ножей, пока он полностью не остановился

Крайне нежелательно запускать уже предварительно загруженный измельчитель – двигатель в большинстве случаев не сможет запуститься

Чтобы не перегружать прибор, его необходимо выключать примерно через каждый час – Ножи и двигатель должны в это время охлаждаться. При соблюдении этих простых, но очень важных правил техника прослужит очень долго

---

<sup>2</sup> №2, стр. 80

## Глава 2. Практическая часть

Создание измельчителя для растений включает этапы: создание чертежей, закупка материалов, лазерная резка металла, сборка кондуктора, сборка вентилятора, сборка ротора ножей, сборка каркаса “улитка”, сборка электрического щитка, общая сборка измельчителя с электрическим трёхфазным двигателем.

### 2.1. Создание чертежей измельчителя “МАКО”

Самое начало создания измельчителя состоит из создания моделей и чертежей. Посмотрев множество вариантов конфигураций измельчителей, я остановился на варианте видео “Измельчитель соломы”. В данном видео указываются все габариты различных деталей, вследствие которого я начал создавать эскизы в универсальной системе автоматизированного проектирования, позволяющей в оперативном режиме выпускать чертежи изделий КОМПАС-3D.

Система КОМПАС-3D<sup>3</sup> широко используется для проектирования изделий основного и вспомогательного производств в таких отраслях промышленности, как машиностроение (транспортное, сельскохозяйственное, энергетическое, нефтегазовое, химическое и т.д.), приборостроение, авиастроение, судостроение, станкостроение, вагоностроение, металлургия, промышленно-гражданское строительство, товары народного потребления и т. д.

Важным свойством КОМПАС-3D является то, что благодаря нему, я смог сделать модель каждой детали по отдельности, а затем уже собрать поэтапно целый измельчитель. В приложении указаны одни из чертежей, используемых при создании измельчителя “МАКО”

После того, как модели были сделаны и просчитаны с погрешностью до  $\pm 20$ мм, я смог получить масштабируемые чертежи, развертки цилиндрических деталей, и тп.

Все чертежи я переформатировал в формат .cdr (CorelDraw) и .cdt (CorelDrawTemplate), требуемые для дальнейших шагов.

---

<sup>3</sup> №5, стр. 24

## 2.2. Закупка материалов

Был куплен 3-х фазный асинхронный двигатель АИР112М2 (с медной обмоткой)

### Краткие характеристики АИР112М2

Мощность	7,5 кВт
Частота вращения	2890 об/мин
Ток статора при 380В	15 А
КПД	86%
Коэффициент мощности	0,88
$I_p/I_n$	7,5
$M_p/M_n$	2,0
$M_{max}/M_n$	2,2
Климатическое исполнение	У2, У3

Листы металла нешлифованные:

толщина 8 мм - 1 лист 1 х 2(м)

толщина 4 мм - 3 листа 1 х 2(м)

толщина 1 мм - 1 лист 1 х 2 (м)

трубкватрат 40х40 - 2 м

Краска:

грунтовка - 5л

красная краска - 5 л

уайт-спирит - 2 л

Расходные материалы: гайки, болты, электроды, и тп

Электрический щиток:

Щиток IP54 (Рис.4) -имеет высокую степень защиты от посторонних предметов, имеют защиту от влаги, устанавливаются в помещениях с повышенной влажностью, а также вне помещений, но при условии защиты от попадания струи воды;

Реле контроля фаз (OMRON K8AB) и тепловое реле РТТ 5-100- Применяются в электродвигателях для защиты от пропадания фазы. Тепловое реле срабатывает по тепловой перегрузке, а реле контроля фаз — электронное устройство, и сработает раньше (1-3 сек), не дав двигателю перегреться. В случае выравнивания фаз включение происходит тоже не сразу, а через необходимое время (5-10 сек).

4-жильный кабель - 5 м

Сетка (Рис.5) ф 5, ф 6, ф 7, ф 20

### 2.3. Лазерная резка металла

Для того чтобы сборка получилась максимально точной и надежной, нужно было получить металлические детали максимальной точности. В нашем городе есть Станок лазерной резки металла с ЧПУ (Рис.6), находящийся в физическом отделении КРСУ им. Ельцина. с помощью формата чертежей cdr и cdt были выточены все необходимые детали. Втулки под электродвигатель были выточены на базе завода “Кыргызавтомаш”

### 2.4. Сборка отдельных компонентов

1. Вентилятор - одна из двух движущихся деталей в измельчителе. С помощью работы вентилятора вся измельченная масса за счет центробежной силы выдувается из измельчителя, таким образом производительность измельчителя увеличивается.

Из-за погрешности при сборке, а также из-за свойства сварки стягивать металл, образуется осевое биение (Рис.7). Поэтому вентилятор обязательно надо отбалансировать. Так как в нашем городе нет специальных балансировочных станков, то идеально отбалансировать вентилятор не удалось. Сначала попробовал отвезти вентилятор на СТО, где балансируют мотоциклетные колеса, однако там отбалансировать не получилось. После этого пришлось балансировать статистическим балансированием:

На вал одевается подшипник с вентилятором. В горизонтальном положении вала та часть площади вентилятора, которая оказывалась тяжелее, съезжала вниз, вследствие чего можно было определить менее тяжелую часть (была диаметрально противоположно расположена) и приварить с помощью сварки грузик(гайку и тп).

Вентилятор состоит:

1. втулка вентилятора (Рис.8);
2. кольцо вентилятора (Рис.9);
3. блин вентилятора (Рис.10);
4. лопасти вентилятора -8 шт (Рис.11)

2. Ротор ножей - одна из вращающихся деталей измельчителя (Рис.12). Представляет собой 2 блина, соединенных собой 16 перемычками и втулкой. На верхнем блине находятся 6 ножей “Бизон” На нижнем блине находятся 2 ножа. На среднем уровне- 2 ножа. Ножи “Бизон” имеют зубчатую форму, они легко снимаются и заменяются, оптовая цена за 1 нож - 17 сом, что делает его очень выгодным для фермеров, места проживания которых далеки от мест продажи комплектующих измельчителя.

3. Каркас «Улитка» - это общий каркас измельчителя. «Улитка» состоит из:

1. обечайка «улитки» 2070 мм (Рис. 13),

2. верхнее плато улитки, нижний блин улитки
3. переход улитки на трубу.

«Улитка» (Рис.14) изготовлена в направлении воздуха против часовой стрелки. Это сделано не случайно, работая против часовой стрелки, болты работают “на зажим” не позволяя измелчительно разлететься из-за высокой нагрузки, в отличии от улитки в направлении часовой стрелки. на верхнем плато улитки вырезаны отверстия, для крепления его с загрузочным бункером.

4. Кондуктор (Рис.15) - сборка, на которой крепится движущийся ротор ножей. Обеспечивает стойкость измелчителя. Состоит из:

- ножки кондуктора-8 шт,
- нижний блин кондуктора,
- втулка кондуктора,
- верхнее кольцо кондуктора

5. Рама- площадка под двигатель. Делалась из трубоквadrата 40 x 40.

6. Погрузочный бункер. Лист металла скатывали на вальцах - специальном станке, предназначенным для скручивания и получения цилиндрических деталей. Погрузочный бункер имеет вставки, которые будут проходить в улитку, тем самым давая этим цепкость измелчителю

7. Сетка- сетка разного диаметра

## **2.5. Сборка измелчителя**

На вал электродвигателя, расположенного на раме, надевается улитка, затем на вал двигателя надевается втулка, на которой располагают вентилятор измелчителя. После надевается кондуктор, верхнее кольцо которого опирается на улитку, не позволяя ему соприкаться с движущимся вентилятором. Затем надевается сетка и еще одна втулка, на которой располагают ротор ножей. После чего надевается погрузочный бункер, вставки на кольце которого заходят в отверстия улитки, тем самым плотно скрепляя его с улиткой. Измелчитель «МАКО» (Рис. 16,17,18) собран.

## Глава 3. Оценка и сравнение

### 3.1. Экономическое обоснование проекта

На сегодняшний день промышленность сегодня представлена в основном предприятиями горнорудного сектора и легкой промышленности. Количество машиностроительных предприятий в республике резко сократилось, их зачастую уникальное оборудование распродавалось по цене металлолома, освободившиеся площади отдавались под торговые центры.

В промышленном производстве произошло увеличение доли сырьевых отраслей и резкое сокращение доли машиностроения. Сохранившиеся предприятия выпускают несложные изделия и товары народного потребления. Виды продукции немногочисленны, а объемы производства невелики. Кыргызстан стал страной, которая занимается в основном куплей-продажей и вывозом сырья.

В нашей стране, к сожалению, нет промышленного производства измельчителей для растений. Фермеры вынуждены либо изготавливать их сами, либо заказывать из России, Китая и Турции по высокой цене. Изучив измельчители для растений, представленных на рынке, я попытался расширить возможности и функции измельчителя «МАКО», при низких финансовых затратах в его обслуживании.

Название «МАКО» было выбрано не случайно. Мой измельчитель обладает высокой скоростью измельчения, на нем стоят зубчатые и острые ножи, как зубы у акулы за всю жизнь у акулы может смениться около 30 тысяч зубов. Выпал или сломался один — заменяется новым, также, как и поменять и просто и доступно поменять стачившийся нож в измельчителе. А самая быстрая акула на земле - Мако. В связи с этим было выбрано такое название.

«МАКО» создан из качественного российского металла; лазерная резка обеспечила высокую точность сборки; «МАКО» состоит из ножей «Бизон», которые доступны на рынке и имеют невысокую стоимость, что делает «МАКО» выгодным в обслуживании; на «МАКО» установлен российский двигатель с 3-х фазной медной обмоткой, которая является более качественной, чем алюминиевая; «МАКО» имеет электрический щиток, в котором есть все необходимые меры для защиты двигателя: Реле контроля смещения фаз, Тепловое реле, аварийный стоп, и тд. «МАКО» способен настраивать фракцию на более и менее измельченную. «МАКО» работает без пыли. «МАКО» способен измельчать початковую кукурузу

Отсутствие аналогов, а также слишком большая стоимость измельчителей из России и Китая, делает «МАКО» первопроходцем на рынке измельчителей в Кыргызстане.

### 3.2. Оценочные сравнения

Так как в Кыргызстане нет производителя измельчителей, будем сравнивать производительность «МАКО» с измельчителями из России

Если вы подбираете измельчитель, цена его может значительно различаться, на что влияет множество факторов. К примеру, при наличии двигателя покупка будет стоить дороже, но в промышленных масштабах является более выгодной.

Самый оптимальный вариант на российском рынке - это соломоизмельчитель СИ-200, именуемый в дальнейшем по тексту "измельчитель соломы". Предназначен для приготовления компонентов кормов для сельскохозяйственных животных и птицы из соломы пшеницы, ржи, ячменя, сена, стеблей кукурузы и гороха, и применяется в комбикормовой промышленности. Измельчитель соломы эксплуатируется как в закрытом помещении, так и вне помещений.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

№ п\п	Наименование показателей	ед изм	производительность до 400 кг/час	производительность до 500 кг/час	производительность до 700 кг/час
1	Мощность электродвигателя	кВт об/мин	4 3000	5.5 3000	7.5 3000
2	Фракция	мм	1,0 -20	1,0 -20	1,0 -20
3	Стоимость	руб	<b>50 850</b>	<b>72 000</b>	<b>82 200</b>

Мой вариант Универсального измельчителя растений «МАКО» может составить конкуренцию российскому аппарату, так как

Мощность электродвигателя: 7,5 кВт/3000 об/мин

Себестоимость: 40 000 сом +/- 2 000 сом

Производительность соломы -650 кг/ч

Производительность сена – 560 кг/ч

Производительность кукурузы(початковой) – 351 кг/ч

Отличительной способностью «МАКО» является возможность настраивать фракцию на более и менее измельченную. Ножи «МАКО» - ножи «Бизон» (Рис.22), их стоимость составляет от 11-18 сом за шт, что является самым оптимальным вариантом для покупки целой коробки. При стачивании их легко заменить, а доступная цена позволяет их закупить в доступном количестве, чтобы не ездить каждый раз в город.

## Заключение

Проведенные мной изучения строения и конфигурации измельчителей, влияющих на производительность и качество измельченной продукции, позволили мне собрать универсальный измельчительрастений «МАКО», производительность и качество сборки которого не уступают измельчителям для растений промышленных предприятий. Создав измельчитель растений универсального типа, мною были достигнуты следующие отличительные результаты: «МАКО» может измельчать как сено и солому (Рис. 20), так и початки кукурузы (Рис. 21). Початки кукурузы можно и нужно использовать на корм животным. При измельчении «МАКО» «перевыполнил» задачу, получив помимо измельченной фракции, кукурузную муку (Рис. 19). Из кукурузной муки можно делать кукурузный хлеб и т.п..

При измельчении сырья «МАКО» почти отсутствует пыль, что позволяет работать без использования респиратора или маски.

Презентация «МАКО» на ежегодной ярмарке сообщества «Кыргыз-сүт» получила хорошие отзывы о качестве полученной продукции, которая была проверена экспертами Кыргызстана, а также обычными фермерами

Таким образом, универсальный измельчитель растений «МАКО» удовлетворяет всем техническим характеристикам, условиям получения измельченной продукции, учитывая технику безопасности при эксплуатации «МАКО» и уже полностью применяется на одной из ферм

Выполняя проект **«Универсальный измельчитель для растений «МАКО»**», я достиг поставленной цели - разработал и собрал универсальный измельчитель для растений, применяя ротор и сетки разного диаметра, подтвердив гипотезу проекта: «применяя ротор и сетки разного диаметра, можно создать универсальный измельчитель для растений»

## Список использованной литературы

1. Бауман В. А., Слуцкер А. С. «Роторные дробилки»
2. Косарев А. И., Муйземнек Ю. А. «Дробилки: Конструкция, расчет, особенности эксплуатации»
3. Российский аппарат: <http://akom-2014.ru/production/izmelchitel-solomy>
4. Доля сельского хозяйства в ВВП Кыргызстана: <http://www.stat.kg/ru/opendata/category/164/>
5. Состояние животноводства в Кыргызстане: [http://www.agro.kg/ru/cattle\\_breeding/515](http://www.agro.kg/ru/cattle_breeding/515)
6. Видео “Измельчитель соломы”: <https://www.youtube.com/watch?v=I6rHsnkDMAg>
7. Статья про 3-х фазный асинхронный двигатель: <https://www.marineinsight.com/marine-electrical/construction-and-working-of-3-phase-induction-motor-on-ship/>

## Приложение



Рис. 1. Статор

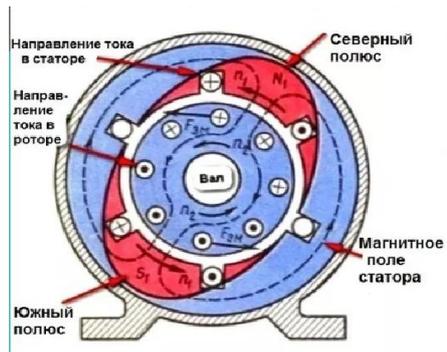


Рис. 2. Принцип устройства двигателя переменного тока

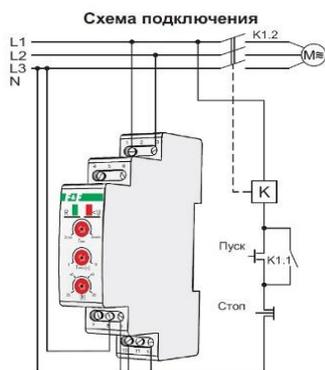


Рис. 3. Схема подключения реле контроля фаз в цепи двигателя



Рис.5. Сетка



Рис. 4. Электрический щиток



Рис. 6. Лазерный станок

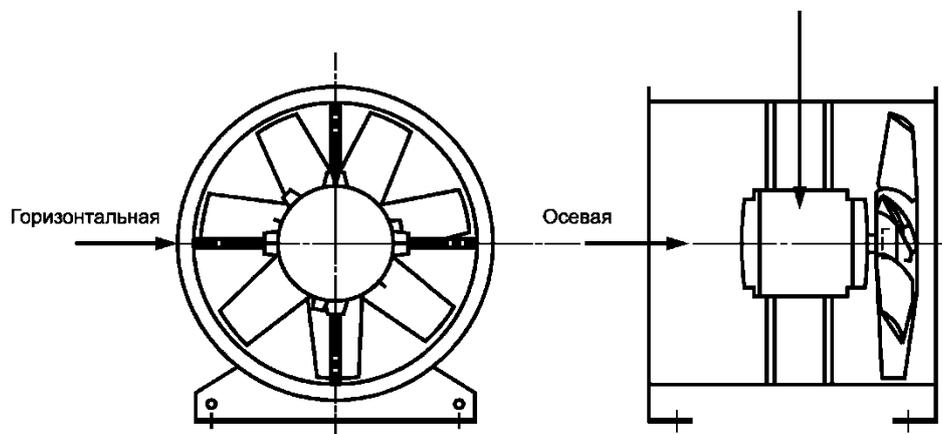


Рис. 7. Виды биения вентилятора

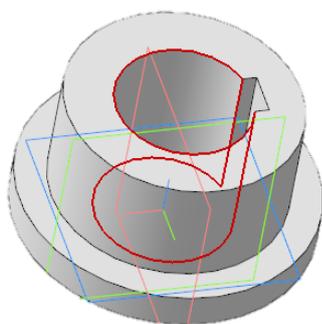


Рис. 8. Втулка вентилятора

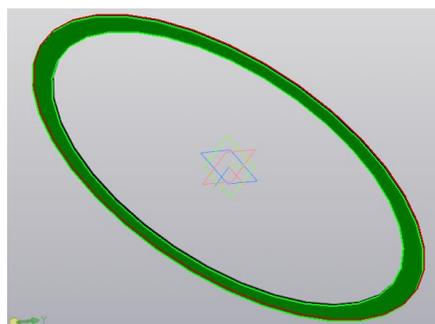


Рис. 9. Кольцо вентилятора

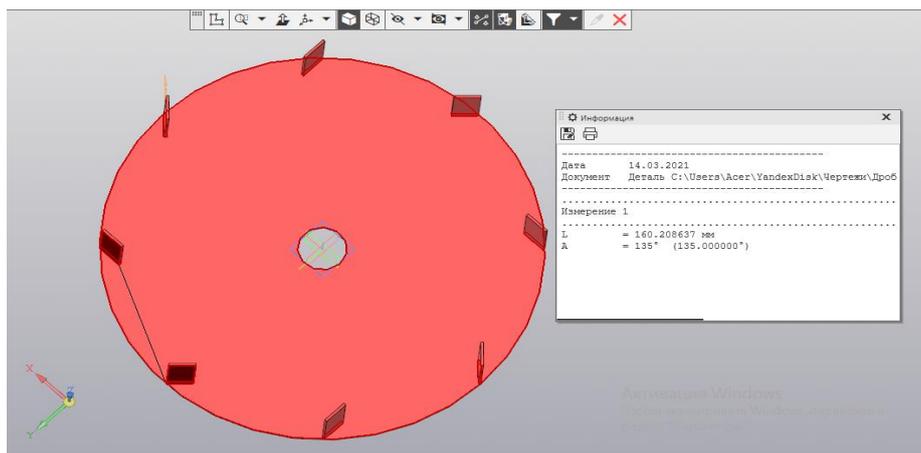


Рис. 10. Нижний блин вентилятора с ножками (угол поворота 45°)

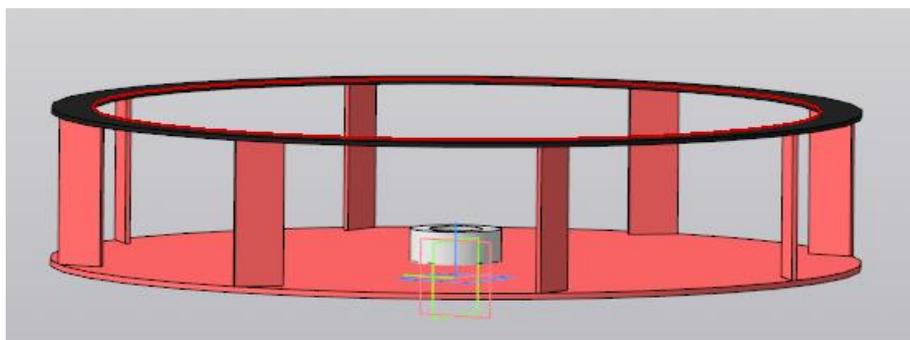


Рис. 11. Общая сборка вентилятора

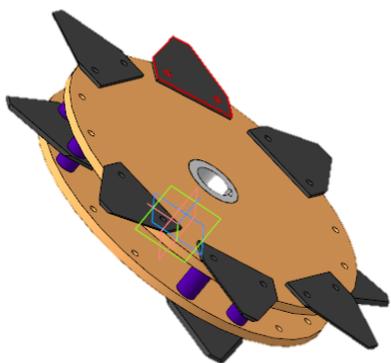


Рис. 12. Общая сборка ротора ножей

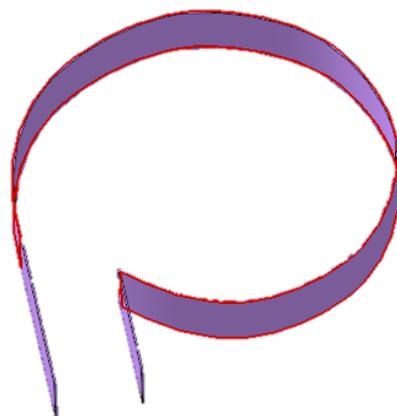


Рис. 13. Обечайка «улитки»

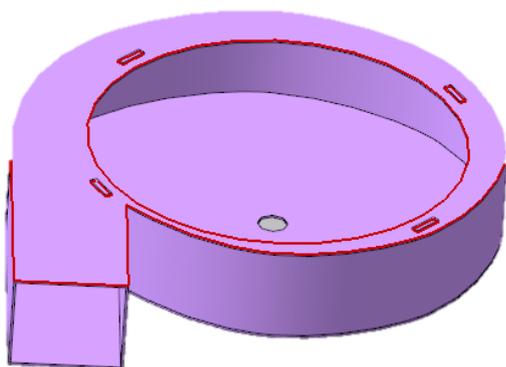


Рис. 14. Общая сборка «улитки»

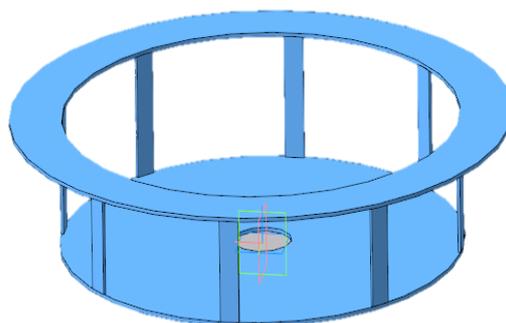


Рис. 15. Общая сборка кондуктора

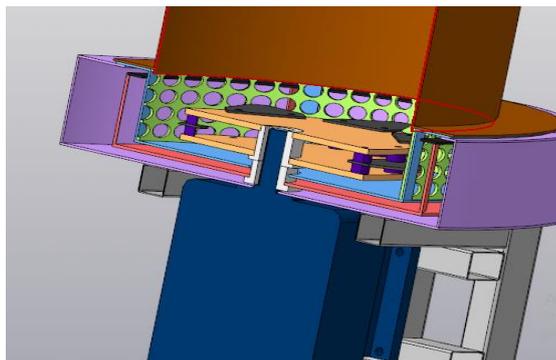


Рис. 16. Общая сборка измельчителя

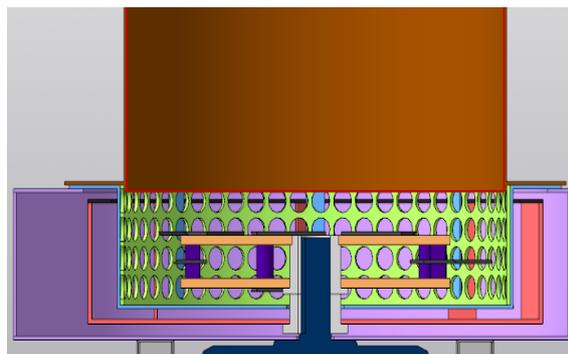


Рис. 17. Сечение измельчителя



Рис. 18. Измельчитель  
«МАКО»



Рис. 19. Кукурузная мука



Рис. 20. Измельченная  
солома



Рис. 21. Измельченная кукуруза



Рис. 22. Нож «бизон»

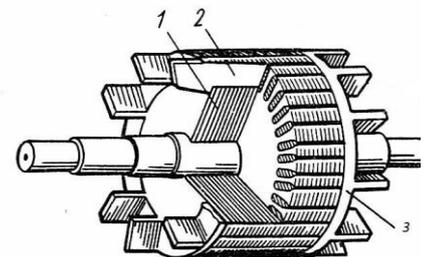
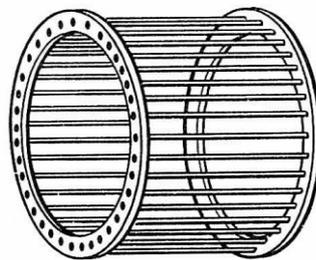
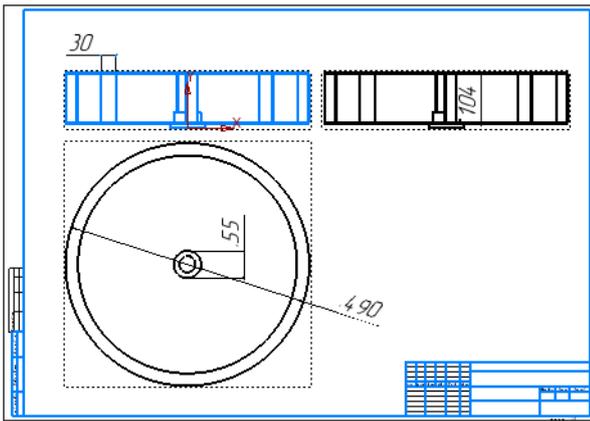
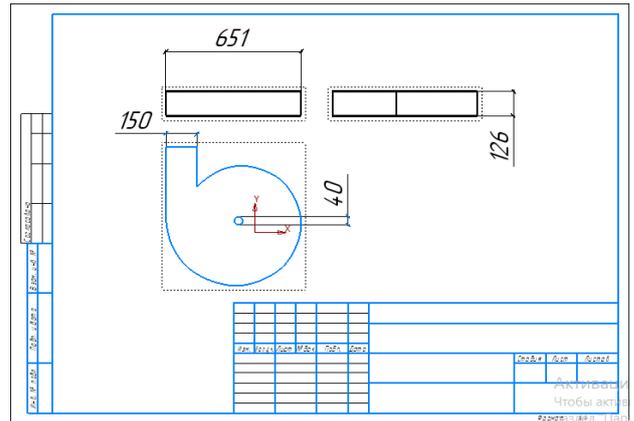


Рис. 23. Ротор трёхфазного электродвигателя

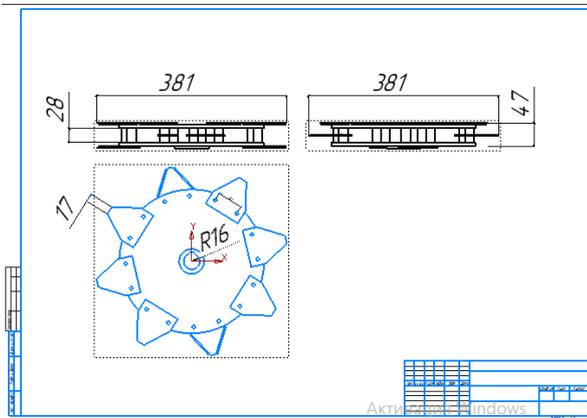
## Чертежи



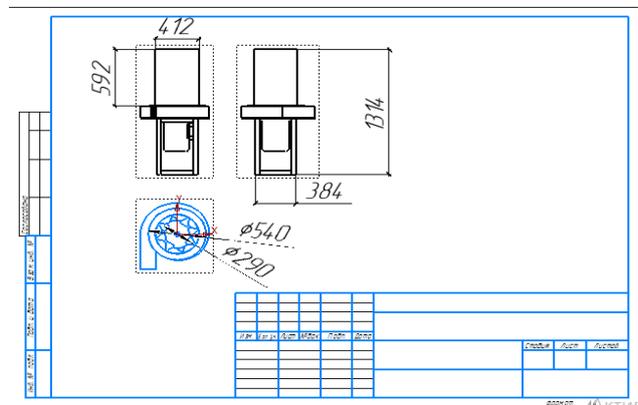
Вентилятор



«Улитка»



Ротор ножей



Общая сборка измельчителя