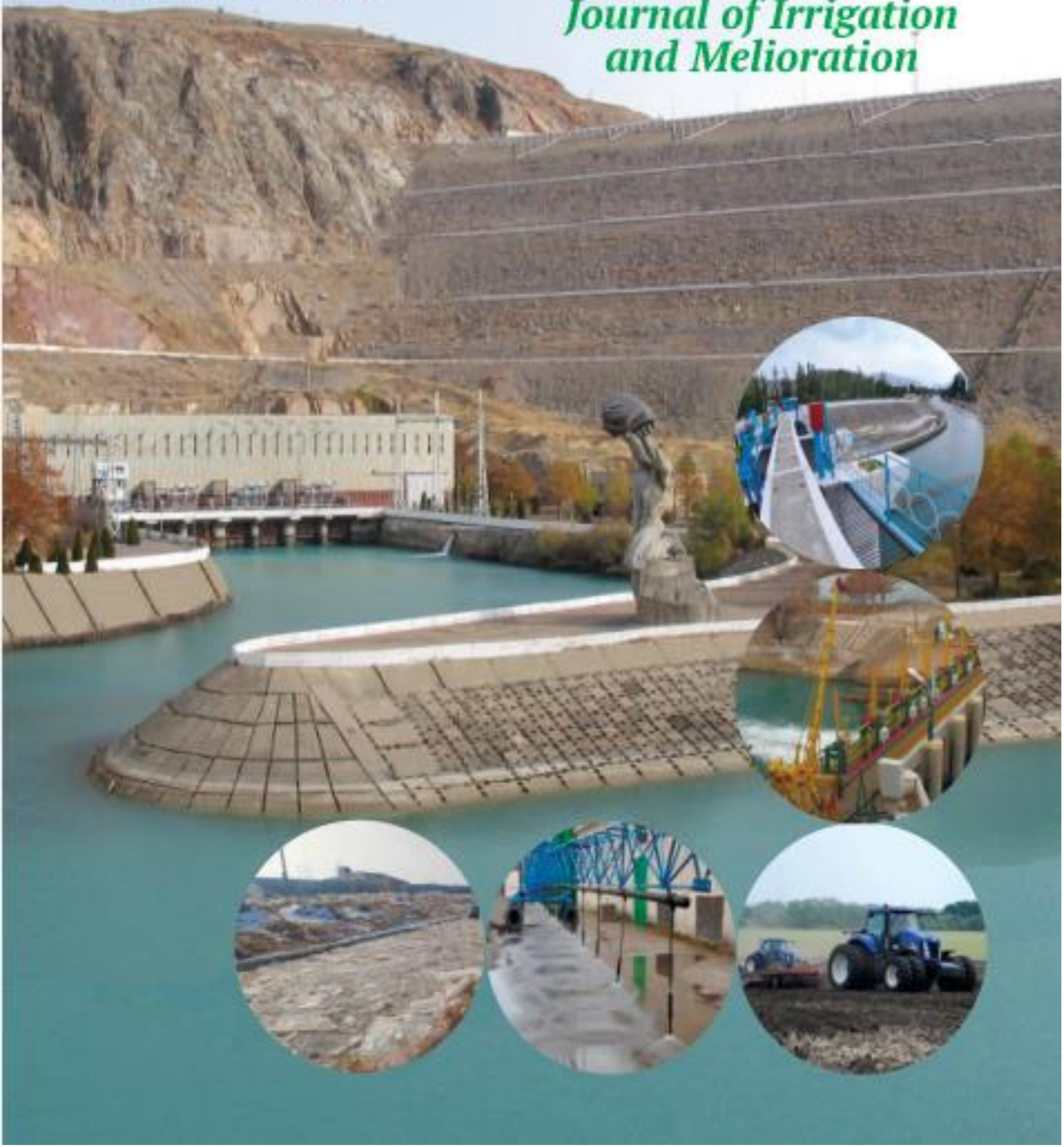


ISSN 2181-1369

# IRRIGATSIYA va MELIORATSIYA

Maxsus son.2022

*Journal of Irrigation  
and Melioration*



<i>Д.Р.Базаров, Б.Р.Уралов, А.Т.Норкобиллов, О.Ф.Волидов, Д.Б.Арзиева, Д.А.Каландарова</i> Теоретические модели и зависимости для расчета интенсивности гидроабразивного износа рабочих деталей насосов .....	83
<i>А.Абдувалиев</i> Правовые основы гармонизации национальных норм проектирования гидротехнических сооружений с международными нормами .....	87
<i>Э.Қ.Шужуров, Б.Ш.Юлдашев</i> Эластик ёпишқоқ сузюкдикларда Шулъман-Хусид моделининг модификациясидан фойдаланиш, бу моделдан Ньютон, Максвел моделларини келтириб чиқариш .....	91
<i>Т.Д.Муслимов, Ф.Р.Юнусова, А.Р.Муратов</i> Гидротехник бетонларнинг туташмиш зоналаридаги цемент тошнинг структураланишига маҳаллий тўлдирувчиларнинг таъсири .....	94
<i>А.А.Янгиев, Д.С.Аджимуратов, О.А.Муратов, Ш.Панжиев, Ш.Н.Азизов</i> Қашқадарё вилояти "Лангар" сел-сув омбори сув келтирувчи ўзанида лойқа-чўкиндиларни бошқариш бўйича чора-тадбирлари .....	100
<i>М.Р.Бакиев, Н.Рахматов</i> Ростловчи иншоотнинг такомиллашган конструкцияси .....	106
<i>В.Кhudayarov, F.Turaev, S.K.Shamsitdinov</i> Aerolastic vibrations and stability of viscoelastic plates taking into account the sweep .....	112
<i>Б.Худаяров, Ф.Тураев, С.К.Шамситдинов</i> Колебания вязкоупругой пластины, обтекаемой газовым потоком с одной стороны ..	118

## КИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ

<i>Э.Т.Фармонов</i> Саксовул ва черкез чўл ўсимликлари уруғини экадиган экспериментал экиш машинасининг хўжалик синови .....	122
<i>М.Шоумарова, Т.Абдиллаев, Ш.А.Юсупов</i> Вертикал шпинделли пахта териш машиналарига сервис хизматини кўрсатишни енгиллаштирадиган ўлчов мосламаси .....	129
<i>Д.Алижанов, Я.Жуматов, К.Шовазов, В.Сахаров</i> Регулирование допусков сопряженных деталей механизмов животноводческих ферм при ремонте .....	133
<i>Я.К.Жуматов</i> Винтсимон озуқа майдалагичининг иккиламчи майдалаш дисксимон пичогининг пояни қирқиш жараёнини таҳлил қилиш .....	136
<i>Д.Алижанов, Н.Э.Саттаров, А.Р.Турдибексов</i> Чорвачиликни ривожлантириш масалалари ва истиқболлари .....	139
<i>Б.Худаяров, У.Кузиев</i> Комбинациялашган агрегат сферик диски билан пушта тупроғини эгатта улоқтирилиши ва гўзапояларнинг кўмилиши .....	141
<i>D.Norchayev, F.Quziyev, I.Khudayev, Sh.Quziyev, F.Yusupov</i> Definition of traction resistance of disk knives of carrot digger .....	149
<i>Б.М.Худаяров, Т.А.Абдиллаев, Ф.Э.Фармонова</i> Доривор "Олов ўт" ( <i>Silybum</i> ) ўсимлиги уруғини экиш агрегати .....	152

## КИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ ЭЛЕКТРЛАШТИРИШ ВА АВТОМАТЛАШТИРИШ

<i>Р.Ф.Юнусов, У.И.Иброҳимов, Л.Ж.Маннобова, Н.Э.Пулатов</i> Қуёш фотозлектр тизимида ишловчи кичик насос станцияси .....	156
<i>Ш.У.Йўлдашев, Б.Х.Норов, Х.Н.Холматова, Ш.Б.Мирниязматов</i> Рекомендации по организации технического сервиса мелиоративных машин с учетом логистических операций .....	164

УДК: 651.5.41

## РЕГУЛИРОВАНИЕ ДОПУСКОВ СОПРЯЖЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНИЗМОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ ПРИ РЕМОНТЕ

Д.Алимов – к.т.н., доцент,

Я.Жумаев – PhD, доцент,

К.Шоапов – к.т.н., доцент, Национальный исследовательский университет "Технический институт широкоресурсной и механизации сельского хозяйства"

В.Сапаров – академик, д.т.н., СПУВК (Россия)

### Аннотация

В работе рассматривается алгоритм оптимизации эффективного распределения ресурсов, определяющих стоимость выполнения сборочных работ при соблюдении ограничений обеспечивающих высокое качество сборки животноводческих машин и оборудования.

### Аннотация

Мақолада ресурсларни самарли тақдирлашни мақбуллашарин алгоритми кўриб чиқарилади, чорвачилик машиналари ва асбоб-ускуналарини юқори сифатли йиғишни таъминлаган ҳолда, йиғиш ишларининг нарҳини белгилайди.

### Abstract

The paper considers an algorithm for optimizing the efficient distribution of resources that determine the cost of assembly work, subject to restrictions that ensure high quality assembly of livestock machines and equipment.

**В**ведение. Одним из важнейших направлений повышения эффективности и качества выполнения общего комплекса работ по ремонту машин и механизмов животноводческих ферм является совершенствование сборочных технологических процессов как узловой, так и общей сборки [1]. В современных технологических процессах ремонта машин объемы сборочных работ достаточно велики и могут составлять до 35–40% от общего их объема в мелкосерийном производстве [2, 3]. Выполнение ремонтных работ в условиях дефицита ресурсов требует развития и применения оптимизационных процедур, современных ресурсосберегающих технологий и вычислительных сред при минимальных затратах на их реализацию. Оптимизация технологических операций сборки машин и механизмов животноводческих ферм на основе научно обоснованных положений, методов и моделей с применением эффективных технических решений позволяет кардинально решать проблему ресурсосбережения с использованием операционных технологий. Исследования показали, что в процессе сборки механизмов целесообразно использовать алгоритмы и модели параметрической оптимизации, эффективного распределения ресурсов, определяющих стоимость выполнения сборочных работ при соблюдении ограничений, обеспечивающих высокое качество сборки.

Ремонт деталей, узлов и сборка механизмов должны производиться с соблюдением технических норм, допусков и технологий обработки поверхностей, предусмотренных соответствующими технологическими документами. Если в процесс изготовления деталей допущены значительные отклонения от требований чертежа, то при сборке не будет обеспечена необходимая собираемость сборочных единиц. Дополнительная обработка деталей или их выбраковка приводят к повышению себестоимости продукции. В случае ужесточения требований к предельным отклонениям, производственные расходы увеличиваются, поскольку с повышением точности обработки значительно возрастает стоимость и время изготовления деталей. Если же отсутствует оборудование, обеспечивающее высокую точность изготовления, то на

сборке неизбежным оказывается сортировка деталей и переход к селективной сборке.

Применение статистического контроля совокупности деталей при нормальном законе распределения основано на том, что поле допуска задается параметром  $6\sigma$  («статистический допуск»), где  $\sigma$  – среднее квадратичное отклонение нормального распределения. В этом случае число бракованных изделий из партии деталей не будет превышать 0,27 %.

При сопряжении деталей предельные отклонения их размеров рассчитываются при условии выполнения требований, предъявляемых к допуску сборочной единицы. Можно полагать, что общий допуск собранного узла равен сумме отдельных допусков деталей, входящих в узел.

Существуют различные методы расчета составляющих допусков сопряженных деталей. Методы, основанные на статистической оценке допусков и нахождении их среднеквадратических отклонений, позволяют уменьшить степень риска при расширении пределов допуска на сопряженные детали и сократить потери при сборке. Правильное назначение допусков позволяет достигнуть значительной экономии материальных средств и снизить расходы на производство. Наиболее эффективными могут быть решения, полученные путем реализации оптимизационных процедур, обеспечивающих минимизацию критерия качества в условиях ограничений, определенных составляющими технологического процесса сборки узла.

Модели распределения ресурсов играют важную роль в решении задач создания операционных технологий для совершенствования технологических процессов в животноводстве. Эти модели позволяют в условиях ограниченной объемов ресурсов в каждой конкретной ситуации использовать их с наименьшими потерями, что достигается за счет алгоритмизации и использования оптимизационных методов и эффективных вычислительных процедур.

Следует отметить, что для определенного класса моделей задача оптимальной сборки узла по заданному суммарному допуску может быть решена аналитически. Предположим, что требуется собрать узел, состоящий из

п различных деталей. Поскольку допуск узла не должен превышать заданного значения  $T$  единиц, и он равен сумме допусков п деталей, то условие сопряжения можно записать:

$$T = t_1 + t_2 + \dots + t_n = \sum_{i=1}^n t_i = \Phi(t_1, t_2, t_3, \dots, t_n) \quad (1)$$

где  $t_i$  – допуск  $i$ -ой детали ( $i=1, 2, 3, \dots, n$ ).

Предположим, что стоимость изготовленной  $i$ -ой детали  $g_i$  состоит из двух составляющих: постоянной  $g_{pi}$ , представляющей собой стоимость заготовки, и переменной  $c_i$ , зависящей от сложности и качества обработки. В общем случае переменная составляющая должна быть нелинейной функцией  $t_i$ :

$$g_i = g_{pi} + c_i(t_i) \quad (2)$$

Будем полагать, что переменная составляющая  $c_i(t_i)$  обратно пропорциональна допуску  $t_i$  в  $m$ -ой степени и может быть представлена зависимостью

$$c_i(t_i) = \frac{K_i}{t_i^m} \quad (3)$$

где  $K_i$  – постоянный коэффициент, зависящий от формы, размеров и свойства материала  $i$ -ой детали;  $m$  – целое число. Тогда стоимость всех деталей, входящих в узел, равна

$$G = \sum_{i=1}^n g_i = \frac{K_1}{t_1^m} + \frac{K_2}{t_2^m} + \dots + \frac{K_n}{t_n^m} + g_{p1} + g_{p2} + \dots + g_{pn} = f(t_1, t_2, \dots, t_n) \quad (4)$$

Задача состоит в минимизации стоимости всех деталей  $G$ , входящих в узел, при выполнении ограничения (1), если известны (2) и (3). Поиск минимума  $G$  осуществляется путем вариации допусков  $t_i$ . Из всех возможных значений  $t_i$ , входящих в (1), следует выбирать такие величины допусков деталей узла

$$t_1^* + t_2^* + \dots + t_n^* = T \quad (5)$$

чтобы функция стоимости (4) принимала минимальное значение.

Для определения требуемых значений допусков деталей можно воспользоваться известными методами параметрической оптимизации. В частности, рассмотрим решение задачи с помощью метода множителей

Лагранжа. Согласно этому методу, для поиска экстремума требуется решить систему уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial t_1} + \lambda \cdot \frac{\partial \Phi}{\partial t_1} &= 0 \\ \frac{\partial f}{\partial t_2} + \lambda \cdot \frac{\partial \Phi}{\partial t_2} &= 0 \\ &\dots \\ \frac{\partial f}{\partial t_n} + \lambda \cdot \frac{\partial \Phi}{\partial t_n} &= 0 \end{aligned} \quad (6)$$

где  $\lambda$  – множитель Лагранжа.

Простые вычисления частных производных функций (4) и (1) по переменным  $t_i$  позволяют записать

$$\begin{aligned} -m \cdot K_1 \cdot t_1^{-(m+1)} + \lambda &= 0 \\ -m \cdot K_2 \cdot t_2^{-(m+1)} + \lambda &= 0 \\ &\dots \\ -m \cdot K_n \cdot t_n^{-(m+1)} + \lambda &= 0 \end{aligned} \quad (7)$$

Пусть  $\lambda = \frac{1}{t_1^{m+1}}$ . Тогда из первого и второго уравнений системы (7) получим оптимальный допуск второй

детали  $t_2^*$  как функцию оптимального допуска  $t_1^*$  первой (базовой) детали:

$$t_2^* = \left( \frac{K_2}{K_1} \right)^{\frac{1}{m}} \cdot t_1^* \quad (8)$$

Аналогично запишем  $t_3^*$  в терминах  $t_1^*$ :

$$t_3^* = \left( \frac{K_3}{K_1} \right)^{\frac{1}{m}} \cdot t_1^* \quad (9)$$

Для выбранной модели (1)+(4), если  $1 < i < (n-1)$ , по индукции получаем

$$t_i^* = \left( \frac{K_i}{K_1} \right)^{\frac{1}{m}} \cdot t_1^* \quad (10)$$

Оптимальный допуск  $n$ -ой детали:

$$t_n^* = \left( \frac{K_n}{K_1} \right)^{\frac{1}{m}} \cdot t_1^* \quad (11)$$

После подстановки (9) + (11) в уравнение (1) будем иметь:

$$T = S \cdot t_1^* \quad (12)$$

где

$$S = K_1^{-\frac{1}{m}} \cdot \left( \sum_{i=1}^n K_i^{\frac{1}{m}} \right) \quad (13)$$

Оптимальный допуск базовой детали определим с помощью простой зависимости

$$t_1^* = \frac{T}{S} \quad (14)$$

Допуски других деталей узла рассчитаем по формулам (8) + (11).

Рассмотрим пример. Выберем сборочный узел, состоящий из пяти деталей. Допуск узла  $T=0.022$  (мм). Стоимость деталей оценим по формуле (2) при следующих значениях коэффициентов:

$$K_1=0.0035; K_2=0.0018; K_3=0.00028; K_4=0.0070; K_5=0.0012; \\ g_{p1}=120; g_{p2}=180; g_{p3}=47.5; g_{p4}=150; g_{p5}=250 \text{ (усл. ед.)}$$

Показатели степени в формуле (3) для всех деталей одинаковы и равны  $m=2$ .

В результате вычислений по формулам (8)+(14) получены оптимальные допуски деталей узла, представленные вектором

Минимальная стоимость деталей составила  $P_n=1280.2$  усл. ед.

$$t^* = [t_1^* \ t_2^* \ t_3^* \ t_4^* \ t_5^*] = [0.0051 \ 0.0042 \ 0.0023 \ 0.0066 \ 0.0037]$$

Для сравнения был выполнен расчет стоимости деталей при равных допусках  $t_i=T/n$ . В этом случае  $P=1459.3$  усл. ед. Таким образом, оптимальное распределение допусков деталей узла позволяет уменьшить расходы на 179.1 усл. ед.

Решенная задача может быть отнесена к классу простых задач оптимального распределения ресурсов. Аналитическое решение получено, благодаря выбору  $m=2$ . Кроме того, в модели отсутствуют ограничения на элементы вектора состояния и др. Ресурсом является параметр  $T$ , который наиболее эффективным способом распределяется по  $n$  процессам.

Для функциональных зависимостей  $\Phi(t_1, t_2, t_3, \dots, t_n)$ ,  $f(t_1, t_2, t_3, \dots, t_n)$  и  $g_i(t_i)$  сложной формы трудоемкость вычислений значительно возрастает. Например, для функций (3) с различными показателями степени  $m_1, m_2$ , при наличии линейных и нелинейных ограничений, а также ограничений на переменные состояния решения в аналитическом виде получить практически невозможно, и приходится использовать численные методы и алгоритмы оптимизации. Построение таких алгоритмов целесообразно выполнять с использованием инструментов различных вычислительных сред.

Для решения класса задач с унимодальными функциями стоимости (3), а также семейства нелинейных задач, оптимизируемых методами Куна – Таккера, в работе применен сплайн – метод оптимизации, предложен алгоритм и разработана программа, базирующаяся на применении функции `fmincon` среды MatLAB [3; 4]. Фрагмент программы представлен файл – функцией `s1.m` и блоками скринт – файла:

```
% s1.m
% Файл - функция.
% Оптимальное распределение допуска узла как ресурса по процессам.
function L=s1(x)
global h1 h2 h3 h4 h5
L=[prval(h1,x(1))+prval(h2,x(2))+prval(h3,x(3))+prval(h4,x(4))+prval(h5,x(5))];
Первый блок скринт – файла.
% Сборка механизма по сплайн – методу.
% Исходные данные:
global h1 h2 h3 h4 h5
% Исходные данные для расчетов:
T=0.022; k1=0.0035; k2=0.0018; k3=0.00028; k4=0.0070;
k5=0.0012; m=2;
gp1=120; gp2=180; gp3=47.5; gp4=150; gp5=250; N=5;
m1=1.9; m2=1.73; m3=1.85; m4=2.05; m5=1.73;
Tmin=0.001; Tmax=0.008;
% Оценка функций стоимости и (D+1) интерполяционных
узлов:
D=8;
t=(Tmin:(Tmax-Tmin)/D:Tmax);
f1=k1./(t.^m1); f2=k2./(t.^m2); f3=k3./(t.^m3); f4=k4./(t.^m4); f5=k5./(t.^m5);
% Формирование матриц исходных данных:
g1=[f;f1]; g2=[f2]; g3=[f3]; g4=[f;f4]; g5=[f;f5];
% Построение сплайнов:
h1=spline(g1(1,:),g1(2,:)); h2=spline(g2(1,:),g2(2,:));
h3=spline(g3(1,:),g3(2,:)); h4=spline(g4(1,:),g4(2,:));
h5=spline(g5(1,:),g5(2,:));
```

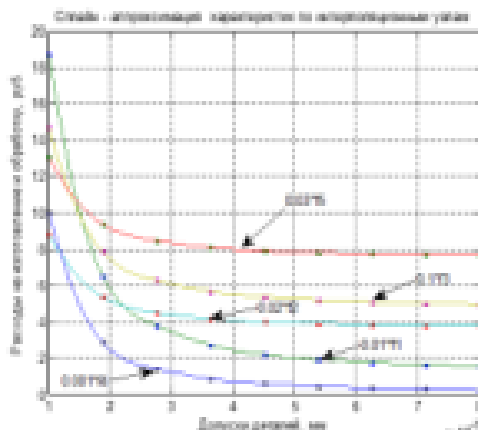


Рис. 1. Функции расходов на изготовление и обработку деталей узла

По полученным расчетным данным построены графики функций стоимости для пяти деталей, представленные на рис.1. Интерполяционные узлы представлены на каждой характеристике в виде точек. Оптимальные значения допусков деталей при вариации допуска узла от 0.015 до 0.050 мм, а также мини-

мальные расходы на сборку получены с помощью второго блока скринт – файла:

```
% Реализация алгоритма оптимального распределения ресурса T по n процессам.
% Ограничения на переменные состояния:
lb=zeros(5,1)*Tmin;
ub=zeros(5,1)*Tmax;% Процедура численной оптимизации:
Aeq=[1 1 1 1 1]; beq=T;
options=optimset('Display','iter');
[x,f]=fmincon(s1,lb^4,[],[],Aeq,beq,lb,ub,[],options)
% Результаты расчетов
G=k1./(x(1).^m1)+k2./(x(2).^m2)+k3./(x(3).^m3)+k4./
(x(4).^m4)+k5./(x(5).^m5)+... sumi(gp1 gp2 gp3 gp4 gp5)
По завершении расчетов получены оптимальные параме-
```

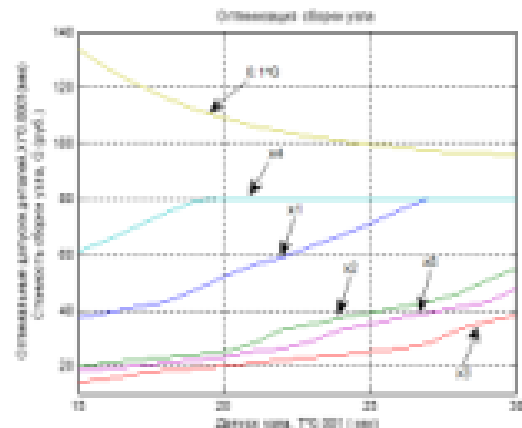


Рис. 2. Оптимизация технологического процесса сборки механизма

тры сборки узла для различных значений допуска T. Результаты представлены в графической форме (рис.2). Расчеты выполнены при введении ограничений на переменные состояния  $x1 \leq x5$ . Видно, что допуск детали  $x4$  для значений  $T \geq 0.020$  мм принимает максимально допустимое значение, определенное границей  $ub$  (см. фрагмент файла) и равно 0.008 мм. Допуск детали  $x1$  достигает правой границы, если  $T \geq 0.027$  мм. Минимальная стоимость сборки  $G(T)=G(0.015)=1335.8$  у.е. С увеличением T стоимость сборки узла уменьшается, и при  $T=0.050$  мм она составляет  $G(T)=G(0.050)=955.5$  у.е. Если допуск узла равен  $T=0.040$  мм, то согласно правой границе, все допуски деталей должны быть равны 0.008 мм, и вариация переменных состояния не производится.

**Выводы:** Ввод исходных данных связан с получением структуры и оценкой параметров моделей (2), (3) и (4). Подготовка исходных данных является наиболее трудоемкой и ответственной частью решения и обычно базируется на эксперименте. Преимущество сплайн – метода состоит в том, что данные эксперимента могут быть введены в виде векторов измеренной невысокой размерности, без определения структуры и параметров входных сигналов. Не вводятся ограничения и на выбор шага дискретности изменений. Операции по аналитическому представлению исходных характеристик по эксперименту реализованы в терминах сплайн – аппроксимаций, с использованием экспериментальных точек в качестве интерполяционных узлов, что на практике обеспечивает высокую точность и простоту вычислений.

#### Литературы:

1. Трусовцев В.И., Атанов И.В., Капустин И.В., Грицай Д.И. Технологии и технологии в животноводстве. Учебник для вузов. – Львов, 2022. – 440 с.
2. Алжанов Д., Абдумомонов Ш.К. Чорвадорлар учун дов найдалоғичи юшан куралми // "Ўзбекистон қишлоқ хўжалиғи" журнали. – Тошкент, 2018. – №4. – 19-б.
3. Алжанов Д., Жуматова Я.К., Бекназаров Ш. Витаминлар олуқа найдалоғичиғи параметр ва режимидаги мақбуллаштириши // Аграр фани хабарномаси. – Тошкент, 2021. – №2. – В. 92-95.
4. Дьяконов В.П. Справочник по PC MatLAB. – Москва: Наука, 1995. – 213 с.
5. Сахаров В.В. Модели и алгоритмы оптимизации технологических процессов на объектах водного транспорта в среде MatLAB: монография/ Изд-во ГУМ РФ им. ады. С.О.Макарова, 2015. – 476 с.

УЎТ: 631.3.22

## ВИНТСИМОН ОЗУҚА МАЙДАЛАГИЧНИНГ ИККИЛАМЧИ МАЙДАЛАШ ДИСКСИМОН ПИЧОҒИНИНГ ПОЯНИ ҚИРҚИШ ЖАРАЁНИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

Я.К.Жуматов – фалсафа доктори (PhD),

“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳамидислари институти” миллий тадқиқот ун-верситети

### Аннотация

Мақолада, Европада етиштирилган маккажўхори поясининг қобилига нисбатан Ўзбекистон шароитида етиштирилган маккажўхори пояси қобили қалинроқ ва қаттиқроқ бўлиб, унинг металл билан ишқаланиш коэффициентини бирмунча оз бўлиши экспериментларда аниқланган. Иккиламчи майдалаш аппаратидаги кўп пичоқли дискли кескич мосламасининг кинематикаси ва динамикасини ўрганиш натижалари келтирилган. Қаттиқ пояни кесишда сирпаниш жараёнини камайтириш таъсири этилади ва пичоқ Архимед спирали эмас, балки гиперболик спирал шаклида бўлиши мақсадга мувофиқлиги келтирилган.

## АНАЛИЗ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЕ СТЕБЛЯ ВТОРИЧНЫМ ВИНТООБРАЗНЫМ НОЖОМ ДИСКОВОГО ИЗМЕЛЬЧАЮЩЕГО АППАРАТА

Я.К.Жуматов – доктор философии (PhD),

Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт ирригации и механизации сельского хозяйства»

### Аннотация

В статье по сравнению с оболочкой стебля кукурузы, выращенной в условиях Узбекистана, толще и тверже, чем выращенного в Европе, а ее коэффициент трения с металлом несколько ниже. В наших опытах представлены результаты исследования кинематики и динамики многоножевого дискового аппарата вторичного измельчения. Рекомендуется уменьшить процесс скольжения при резке твердого стебля, а также рекомендуется, чтобы лезвие имело форму гиперболической спирали, а не спирали Архимеда.

## ANALYSIS OF THE PROCESS CUTTING THE STEM WITH THE SECONDARY HELICAL KNIFE OF THE DISC GRINDER

Y.K. Jumatov – doctor of Philosophy (PhD),

National research university “Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers”

### Abstract

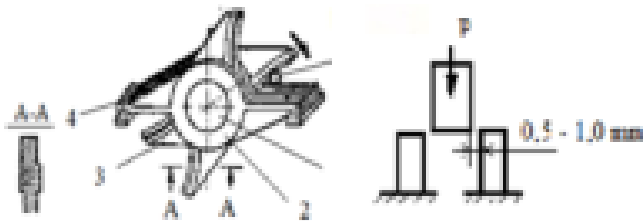
In the article, compared with the shell of the corn stalk grown in the conditions of Uzbekistan, it is thicker and harder than that grown in Europe, and its coefficient of friction with metal is somewhat lower. In our experiments, the results of a study of the kinematics and dynamics of a multi-knife disk secondary grinding apparatus are presented. It is recommended to reduce the sliding process when cutting a hard stem, and it is also recommended that the blade be shaped like a hyperbolic spiral rather than an Archimedes spiral.

Маълумки, Ўзбекистон носик, икклимида парварниш қилнадиған экин маҳсулотларини хоссалари Европа шароитида ўстирилган шундай экин кўрсаткичларидан фарқланади. Республиканида дон учун ўстирилган маккажўхори пояларининг қобили қалинроқ ва қаттиқроқ бўлиб, унинг металл билан ишқаланиш коэффициенти бирмунча оз бўлиши экспериментларинида аниқланди. Дастлабки кузатувлар натижасида маккажўхори поясининг илдиз томонидаги қисми (12–15 см)нинг қобили қаттиқ бўлиши туфайли унга пичоқ тигининг боғиши бирмунча қийинлашади. Ишқаланиш бурчани 3–4° га камроқ бўлиши туфайли поянинг бундай бўлаги бирданга фасл ва кўзгалмас пичоқларни орасига қисилдиб тўхтамаслиги ҳисобига кўзгалмас пичоқ этагинча сирпаниб бориши кўпайиб, бундай бикр бўлақларни майда-

лаш қийинлашади. Бундай ҳолатнинг оддини олиш учун амалдаги пичоқ тигини тўғри чизикли шаклини олд томонга бирмунча эгалтириб қўйиш маъқул бўлади деган гояни қабул қилдик. Шу сабабли, дисксимон кўп пичоқли қирқиш аппаратини кинематик тадқиқотини проф. С.Мельников усулида ўтказамиз [6].

Тақомиллаштириладиган аппарат схемаси 2-расмда кўрсатилган. Шнек валнинг давомидаги дискка ўрнатилган. Пичоқларининг тўғри чизикли тиги радиал йўналишига нисбатан орқа томонга 20 градустга бурилиб қўйилган. Бундай ҳолат сирпаниб кесишни тўқимлайди. Кўзгалмас пичоқлар жуфти орасидаги тирқиш бўйлаб фасл пичоқ ҳаракатланади. Фасл ва кўзгалмас пичоқлар орасидаги тирқиш 0,5–1,0 мм қўйилади. Натижада, кўзгалмас пичоқлар устига тушган поя икки таянчли усулда қирқи-

лади (1-расм). Икки таянчлаб қирқиб схемаси ва пойда содир бўладиган деформациялар, таъсир қилувчи кучлар проф. С.Мельниковдан олинади. Схемادا икки ёшли пона каби ўткирилган пичоқ ишн изоҳланган. Ёнлар тадқиқ қилаётган НКВ-Ф-5А ёки Волгарь-5А майдалагичларида пичоқ тиги ўткирилмаган (1,а-расм), тиг қаллиғи 5 мм, ён томонларига 90° бурчак ҳосил қилади. Тигнинг бундай бўлиши қирқилаётган пояни қўзғалмас пичоқлар бўйлаб силжишга мажбур қилади. Натюжада сирпаниб кесил содир бўлади, 1, в-расмдаги схема асосида фаол пичоқ пазаллиғини қилганин амалга оширади.



а - умумий кўриниши; в - қўзғалмас пичоқлар орасидаги тирқишга фаол пичоқнинг қириш схемаси: 1 - узатувчи шкив вали; 2 - диск; 3 - дискка ўрнатилган пичоқлар; 4 - қўзғалмас пичоқлар ва улар ҳосил қиладиган тирқишлар; 5 - қўзғалмас пичоқ билан фаол пичоқ орасида қисилиб тўхтаган поя  
1-расм. НКВ-Ф-5А майдалагичининг қирқиб аппарати

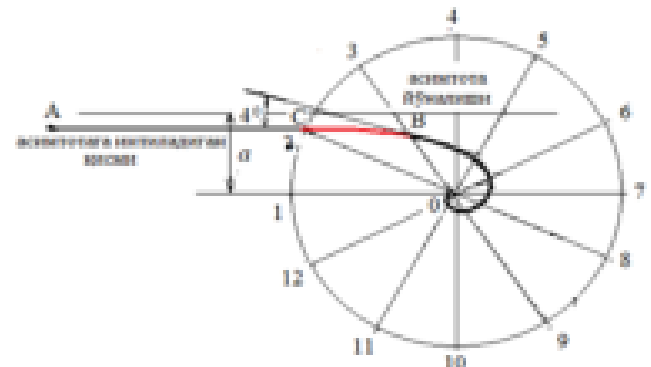
Юқорида республикамизнинг иссиқ об-ҳаво шаронтида ўстирилган маккажўхори поясини пастки илдизга яқин қисмининг қобиғи Европа шаронтида пишган пояга нисбатан каттикрок бўлиши ҳисобига лўлат билан ишқаланиш коэффициенти  $\Delta\rho=3-4^\circ$  га камрок бўлиши аниқланган эди.

Агар шундай поя бўлаги пичоқнинг D нуқтаси билан учрашганда ёрдамга қирқилмаса, пичоқ тиги поя сирти бўйлаб сирпаниб, А3-В3 ҳолатига етгунча оддий аррага ўхшаб қобик топаларини навбат билан навбат қирқиб, пичоқнинг поя ичига ботиб майдаланиш учун шаронт ярадади. Пичоқ тигининг D-Дк қисми Д3-Дк3 ҳолатига бергунча поя қирқилади. Поянинг D нуқтасида пичоқнинг нормал босим кучи N таъсирида пайдо бўлган Nш билан Nг кучлари таъсир қилади.

Пичоқ тиги шаклини ўзгартиришга асос бўлаётган фактор-иссиқ ва қурок иқлимда ўстирилган маккажўхори поясининг ишқаланиш бурчаги адабётда қабул қилинганига нисбатан 4° гача кичик бўлаётгани. Бундай поя 3-расмдагидек  $\tau=40^\circ$  эмас  $\tau=36^\circ$  да қисилиб тўхтайдн, яъни тигининг D-Дк бўлаги эмас, айланмиш маркази O дан узокрок жойлашган бошқа бўлак ишлайдн. N кучининг O га нисбатан елкаси каттарок бўлади, талаб қилинадиган буровчи момент M1б биринчи вазиятга қараганда кўпроқ бўлади, кўпроқ қувват сарфланадиган бўлади. Шу сабабли, пичоқ тигининг D-В бўлагини шаклини ўзгартириш маъқул бўлади деган фикрга келганимиз: пичоқ тигини D нуқтасидан кейинги ДВ қисми аслидагидек тўғри чизикли эмас поя томонига бергунча эгилтирилган бўлиши керак. Шунда поя қисилиб тўхташи кечиктирилмайди, пичоқ узувлиғи самарали ишлатилади.

Адабиётда Мельников С.В., Резник Н.Е. [6; 536-6, 8; 311-6.] каби олимлар тиг шакли Архимед спиралининг оптимал бўлагидек ясаланиш маъқул бўлади деб тавсия беришган. А.А.Вертий [7; 147-6.] эса Архимед спирали шакли асосида пичоқ ясаб синовалардан ўтказган [7; 147-6.].

2-расмда радиуси пичоқ ўрнатиладиган диск радиусига тенг бўлган айлана ёрдамида гипербولىк спирал чизилган. Мақсад – ушбу эгри чизикнинг маълум бўлагини пичоқ тиги шакли сифатида танлаш. Унинг А-С-В бўлагини танлаб олдик ва ушбу шаклда поя майдалагич пичоғи тигини ишлатиш самарали бўлади деб ҳисобладик, чунки гипербولىк спирал асимптотасига натиқладиган тўғри чизикли А-С қисми 3-расмдаги пичоқ тигининг А-Д қисмини ўстига тушадиган қилиб, D нуқтадан кейинги D-В қисмининг спиралнинг С-В эгри қисмига алмаштиралимиз. Энг муҳими, С-В эгрилик даражаси тўғри чизикли А-С га инебатан кескин ўзгармайди, В нуқтасидан ўтказилган уринма асимптотага нисбатан 4° га эгилган бўлади. Бу пичоқнинг сирпаниш бурчагини 4° га камайтириш мақсадини қўйишимизга мос тушади [8].



2-расм. Гипербولىк спирал эгри чизиги А-С-В ни кўриш схемаси

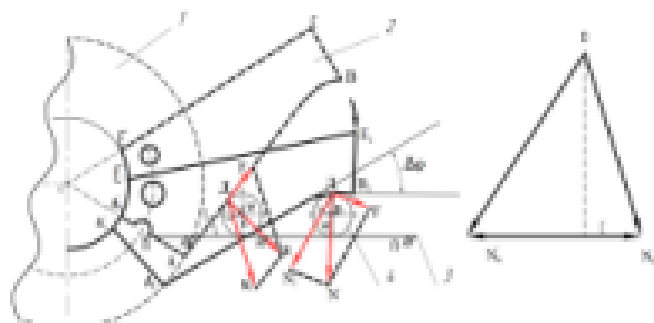
Гипербولىк спирал шакли қандайдир нуқтанинг айланма ҳаракатланётган тўғри чизик бўйлаб силжишида унинг айланмиш марказига нисбатан масофаси бурлиши бурчагига тескари пропорционал ўзгаришида пайдо бўлади. Бурлиши бурчаги дастлабки радиал чизикка нисбатан аниқланади. Спирал тенгламаси  $r=\rho$  кўринишида қабул қилинган. Бу ерда:  $\rho$  – спирал асимптота чизигининг айланмиш марказидан масофаси;  $\rho$  – бурлиши бурчаги;  $r$  – нуқта ҳолатининг радиал елкаси.

Дастлабки  $\varphi=0$  ҳолат учун, таъйиқи  $r=0$ . В-С асимптота чизиги марказдан a масофада  $r$ , га параллел чизилади (2-расм). O нуқтаси спиралнинг асимптотик нуқтаси бўлиб, эгри чизик у ерга ҳеч қачон етиб бора олмайди. O плюс (қутб) атрофида айлана чизилади ва ўзaro тенг бир нечта бўлақларга бўлинади ва уларни 1, 2, 3... деб белгилаб, қутбдан радиал чизиклар чизилади. Радиал чизикларда  $r_1, r_2, r_3, \dots$  радиуслари формуласи  $r_n = \frac{a}{1 - \cos \frac{2\pi n}{p}}$  ёрдамида ҳисоблаб топилади. Бу ерда: n – айлана сулинган бўлақлар сонн; i – навбатдаги радиуснинг номери. Мисол учун ??? ва х.к.  $r_n = \frac{a}{1 - \cos \frac{2\pi n}{p}}$ ;  $r_{n+1} = \frac{a}{1 - \cos \frac{2\pi (n+1)}{p}}$ . Радиуслар ёрдамида спиралнинг I, II, III, IV ва ... X нуқталари белгиланади ва эгри чизик билан бириштирилади.

Тақомиллаштирилаётган пичоқ тигининг E-В қисмининг E<sub>1</sub>-В<sub>1</sub> эгри чизикка ўзгартирилса, пичоқ бажарадиган технологик жараён деярли ўзгармайди (3-расм).

3-расмда тақомиллаштирилган пичоқ АВ тигинини қирқилаётган пояга таъсир қиладиган кучлар схемаси келтирилган. Тигнинг тўғри чизикли қисмидаги D нуқтасига қисилиб тўхтаган пояга (пунктир чизиклар билан ифодаланган) нормал босим N<sub>1</sub> тигининг поя бўйлаб ҳаракатланишига тескари бўлган ишқаланиш кучи F ҳамда N ва F йиғиндаси N<sub>2</sub> кучлари таъсир қилади.

Тигнинг учи бўлган В нуқтасига қисилиб тўхтаган



- 1 - диск; 2 - такомиллаштирилган фаол пичоқ;  
3 - қўзғалмас пичоқ; 4 - тиглар орасида  
сирганиб тўхтаган поя

3-расм. Такимиллаштирилган фаол пичоқ  
тигининг қирқалайтган пояга таъсир қиладиган  
кучлар схемаси

пояга ҳам уларга ўхшаш кучлар таъсир қилади, уларнинг йўналиши  $\Delta\varphi$  бурчатига бурилган бўлиб, миқдорлари ўзгармайди деб фараз қилсак  $N_{\tau^1}$  ва  $N_{\rho}$  кучларининг қўзғалмас пичоқ тиги П-П га проекциялари бўлган  $N_{\rho^1}$  ва  $N_{\tau}$  лар кучларини ўзаро таққослаб  $N_{\rho^1} > N_{\tau}$  бўлиши яққол кўринади. Демак, АВ тигининг гиперболлик эгри чизиққа ўхшаган қисмида поянинг қўзғалмас пичоқ охиридан пастка тушиб кетишига қаршилик кўрсатадиган  $\Delta N = N_{\rho^1} - N_{\tau}$  кучи пайдо бўлиши таъсирида поя қўзғалмас тиг П-П бўйлаб сирганимасдан АВ фаол тиге таъсирида кафолатли қирқалиб майдаланади деган хулосага келишимиз жона бўлади.

Хулоса. Ўтказилган назарий тадқиқотлар шуни кўрсатадики, М ҳолатидаги пояга таъсир қиладиган кучларнинг қўзғалмас пичоқ П-П га проекцияси  $N_{\rho^1}$  К ҳолатидаги пояга нисбатан бир неча мартаба кўп. Демак, М поиси П-П қўзғалмас пичоқдан сирганиб пастка тушиб кетмайди, майдаланади.

Дала тақриблари натижалари асосида маккажўхори поялари қаттиқлиги бўйича солинган назарий моделлар, маккажўхори пояларнинг материалларга нисбатан ишқаланиш бурчакларини аниқлаш бўйича материаллар дагал пояли ўсимликларни майдалаш машина ва ишчи органларини конструкциялашда геометрик параметрларини ҳисоблашга асос қилиб олинishi керак.

Республикамизда иссиқ ва қуրғоқ иқлимда етиштирилган маккажўхори пояларининг пастка қисмининг қобили қаттиқ бўлиб, пулат билан ишқаланиш бурчаги адабиётда қабул қилинганга нисбатан 3–4° га кам бўлиши аниқланган. Шундай пояларни сирганиб қирқилиш жараёнини кам қувват сарфлаб сифатли ишлайдиган қилиш мақсадида қирқилиш пичоқлари тигини шаклини ўзгартириш маъқул қилинади.

Кўп пичоқли дисксимон қирқилиш аппарати бўйича ба-жарилган кинематик ва динамик тадқиқотлари аппарат технологик жараёнини яқшилаш учун эътиборга олин-диган параметрларни аниқлаш имконини берди.

Қирқилиш аппарати пичоқлари тўғри чизиқли тигининг шакли гиперболлик спирал шаклида такомиллаштириш сирганиб кесил жараёнини жаддалаштиради, пичоқ-нинг пояга туширадиган босимини орттириб уни интен-сив парчалаш имконини туғдиради.

#### Адабиётлар

1. Шаймарданов Б.П., Алижанов Д., Жуматов Я.К. Оценка напряженного состояния консольно отогнутого стебля для снижения работы резания. Вестник Туринского политехнического университета / Ташкент, 2017. Выпуск 08. – С. 48–51.
2. D. Alijanov, Sh. Abdurakhmonov, Ya. Jumatov, A. Bozorboev. "Reducing the energy capacity of the cutting of stem fodder" // Международной конференции International Scientific Conference "Construction Mechanics".
3. Ya. Jumatov. Physico-Mechanical Properties of Corn Stalks. // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 8, Issue 4. – India, 2021. – p.p. 17284–17288.
4. Бурмистрова, М.В. Физико-механические свойства сельскохозяйственных растений / Бурмистрова М.В. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 145 с.
5. Мельников, С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С.В. Мельников – Л.: Колос, 1978. – 560 с.
6. Вертий А.А. Повышение эффективности процесса измельчения грубых стебельчатых кормов: дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук: спец. 05.20.01. – «Технология и средства механизации сельского хозяйства» / Вертий Александр Анатольевич – Воронеж, 2019. – 147 с.
7. Резник Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов / Н.Е. Резник. – М.: Машиностроение, 1975. – 511 с.
8. Е.А. Скороходов, В.П. Законников, А.Б. Пакис и др. / Общетехнический справочник. – 4-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 1990. – С. 45–46.