

К ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ МАШИНЫ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПОРУБОЧНЫХ ОСТАТКОВ

¹Фокин С.В., ¹Березников С.В.

¹ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова» Саратов, Россия (410012, Саратов, Театральная площадь д. 1), e-mail: feht@mail.ru

Приводится теоретическое обоснование некоторых конструктивно-технологических параметров машины для измельчения порубочных остатков, которые можно разделить на группы соответствующего функционального назначения: конструктивные элементы комбинированного рубительного ножа; конструктивные элементы механизма их измельчения дисковой рубительной машины; технологические параметры рабочего процесса измельчения порубочных остатков. При обосновании конструктивно-технологических элементов механизма измельчения порубочных остатков дисковой рубительной машины учитывались параметры с определенными в результате проведения компьютерного эксперимента диапазонами. Исследования проводились на основании матриц и планов, составленных на основании принципов проведения полнофакторного эксперимента. После подбора математических моделей, адекватно описывающих взаимосвязь вышеперечисленных факторов, строились поверхности отклика, которые позволяли определять требуемые диапазоны изучаемых конструктивно-технологических элементов. Проведенные исследования рабочего процесса измельчения порубочных остатков дисковой рубительной машины позволили обосновать ее конструктивно-технологическую схему и некоторые параметры процесса рубки сырья.

Ключевые слова: механизм резания, комбинированный нож, устройство для измельчения порубочных остатков, порубочные остатки, щепа, дисковые рубительные машины.

TO SUBSTANTIATION OF CONSTRUCTIVE-TECHNOLOGICAL ELEMENTS GRINDERS FOREST RESIDUES

¹Fokin S.V., ¹Bereznikov S.V.

¹FGBOU VPO «Saratov State Agrarian University named after N.I Vavilov» Saratov, Russia (410012, Saratov, Theatre Square on 1), e-mail: feht@mail.ru

The theoretical study of some structural and technological parameters of the machine for grinding of forest residues that separate groups corresponding functional purpose: design elements combined chipper knife; structural elements of the mechanism of their shredding disc chipper; technological parameters of the workflow chopping wood residuals. When justifying structural and technological elements of the mechanism of forest residues grinding disc chipper with certain parameters taken into account as a result of computer simulation ranges. Experiments were carried out on the basis of matrices and plans drawn up on the basis of the principles of experiment. After selection of the mathematical models that adequately describe the relationship of the above factors, response surfaces were built, which allowed to determine the required ranges of constructive-technological elements. Research workflow shredding disk of wood residuals machine has to justify its constructive-technological scheme and some parameters of the cutting material.

Keywords: cutting mechanism, combined knife, a device for grinding forest residues, forest residues, wood chips, disc chippers.

Теоретическое обоснование некоторых конструктивно-технологических параметров машины для измельчения порубочных остатков [1, 2] (рисунок 1) можно разделить на следующие группы:

1. конструктивные элементы комбинированного рубительного ножа;
2. конструктивные элементы механизма их измельчения дисковой рубительной машины;
3. технологические параметры рабочего процесса измельчения порубочных остатков.



Рисунок 1 – Общий вид опытного образца машины для измельчения порубочных остатков

При обосновании конструктивных элементов комбинированного рубительного ножа учитывались параметры со следующими диапазонами:

- угол наклона ножей на 1 участке α_{11} , град.- 0...8
- угол наклона ножей на 2 участке α_{12} , град.-0...4
- угол наклона ножей на 3 участке α_{13} , град.-0...0,005
- геом. параметр ножа на 1 участке $b_{1,м}$ - 0,05...0,12
- геом. параметр ножа на 2 участке $b_{2,м}$ -0,05...0,12
- геом. параметр ножа на 3 участке $b_{3,м}$ -0,05...0,12

При обосновании конструктивных элементов механизма измельчения порубочных остатков дисковой рубительной машины [3] учитывались параметры со следующими диапазонами:

- радиус диска с ножами R , м- 0,3...0,5
- число ножей n , шт.- 2...4
- размер окна подачи порубочных остатков $b \times b$, м – 0,3×0,3...0,6×0,6.

При обосновании технологических параметров рабочего процесса измельчения порубочных остатков [4] дисковой рубительной машины учитывались параметры со следующими диапазонами:

- угловая скорость вращения диска с ножами ω , 1/с- 60...100;
- подача порубочных остатков P , м- 0,01...0,03.

При определении наилучших параметров по группам представленным выше учитывалось:

- для 1 и 3 групп показателей наименьшее значение составляющей силы резания F_y , Н;

- для 2 группы показателей наибольшие значения производительности дисковой рубительной машины P , кг/с и мощности резания N , Вт.

Так как комбинированный нож состоит из трех участков, то для определения рассчитываемых параметров бралось среднее значение составляющей силы резания F_y .

Для выявления взаимосвязи факторов, влияющих на составляющую силу резания F_y угла наклона участков комбинированного рубительного ножа α и геометрических параметров b , проводилась обработка результатов компьютерного расчета (рисунок 2) методами математической статистики [5].

```
ca D:\829A~1\80gb\15242~1\8589~1\0184~1\8049~1\~2013-1\NOZH\nozh.exe
Комбинированный нож из трех участков
a1b a2b b3b Pa1b Pa2b Pb3b
.1721E+01 .1743E+01 .1750E+01 .1312E+01 .1320E+01 .1323E+01

Модули сил реакции комб ножа на участках I II III
RR1 RR2 RR3 H
.5982E+03 .1172E+04 .1937E+04

Pause - Please enter a blank line (to continue) or a DOS command.

k1y k2y k3y xc1 xc2 xc3
.1231E+01 .1245E+01 .1250E+01 .5658E-01 .1547E+00 .2537E+00

Проекция сил резания на участках I II III H
F1y F2y F3y
-.5612E+03 -.1106E+04 -.1830E+04

Модули глав вектор сил и момента сил сопр резанию
Fy H MOMz Nm
.3497E+04 .6671E+03

Pause - Please enter a blank line (to continue) or a DOS command.
```

Рисунок 2 – Пример вывода расчетных данных на экран

После подбора математических моделей, адекватно описывающих взаимосвязь вышеперечисленных факторов, влияющих на составляющую силы резания F_y , N , построены поверхности отклика, пример представлен на рисунке 3.

Анализ, полученных зависимостей показал, что конструктивные элементы комбинированного рубительного ножа имеют следующие параметры:

- угол наклона ножей на 1 участке α_{11} , град.- 13...14;
- угол наклона ножей на 2 участке α_{12} , град.- 5...5,5;
- угол наклона ножей на 3 участке α_{13} , град.- 0...0,005;
- геом. параметр ножа на 1 участке $b_{1,м}$ - 0,02...0,14;
- геом. параметр ножа на 2 участке $b_{2,м}$ -0,04...0,13;
- геом. параметр ножа на 3 участке $b_{3,м}$ -0,04...0,10.

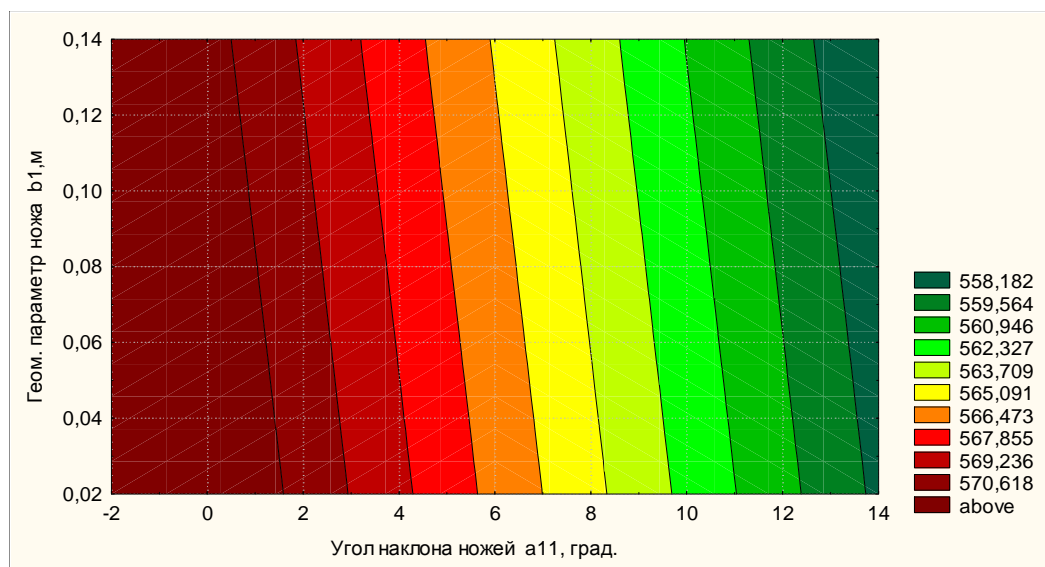


Рисунок 3 – Зависимость составляющей силы резания на 1 участке F_{y1} , Н от угла наклона ножей на 1 участке α_{11} , град. и геометрического параметра ножа на 1 участке $b_{1,м}$

При этом наибольшее значение составляющая силы резания F_y , Н имеет на 2 участке комбинированного ножа и изменяет свои значения от 1104 Н до 1111 Н. Минимальные значения составляющая силы резания F_y находятся на 3 участке и варьируют от 5,7 Н до 502 Н в зависимости от параметров угла наклона ножей и геометрического параметра ножа. При этом значимым фактором является угол наклона α участков комбинированного ножа.

На основании проведенных экспериментов можно сделать вывод, что для дальнейших исследований целесообразно принять следующие конструктивные параметры комбинированного ножа:

- угол наклона ножей на 1 участке α_{11} , град.- 10;
- угол наклона ножей на 2 участке α_{12} , град.- 5;
- угол наклона ножей на 3 участке α_{13} , град.- 0;
- геом. параметр ножа на 1 участке $b_{1,м}$ - 0,1;
- геом. параметр ножа на 2 участке $b_{2,м}$ -0,1;
- геом. параметр ножа на 3 участке $b_{3,м}$ -0,1.

После подбора математических моделей, адекватно описывающих взаимосвязь вышеперечисленных факторов, влияющих на производительность машины для измельчения порубочных остатков P , кг/с и мощность N , Вт, построены поверхности отклика, пример представлен на рисунке 4.

Анализ полученных зависимостей показал, что производительность дисковой рубительной машины возрастает при следующих параметрах:

- радиус диска с ножами R , м- 0,25...0,55
- число ножей n , шт.- 2...6
- размер окна подачи порубочных остатков $b \times b$, м – 0,2×0,2...0,3×0,3.

При этом установлено, что мощность резания ножами новой конструкции имеет максимальное значение при следующих параметрах:

- радиус диска с ножами R , м- 0,35...0,6
- число ножей n , шт.- 2...6
- размер окна подачи порубочных остатков $b \times b$, м – 0,35×0,35...0,6×0,6.

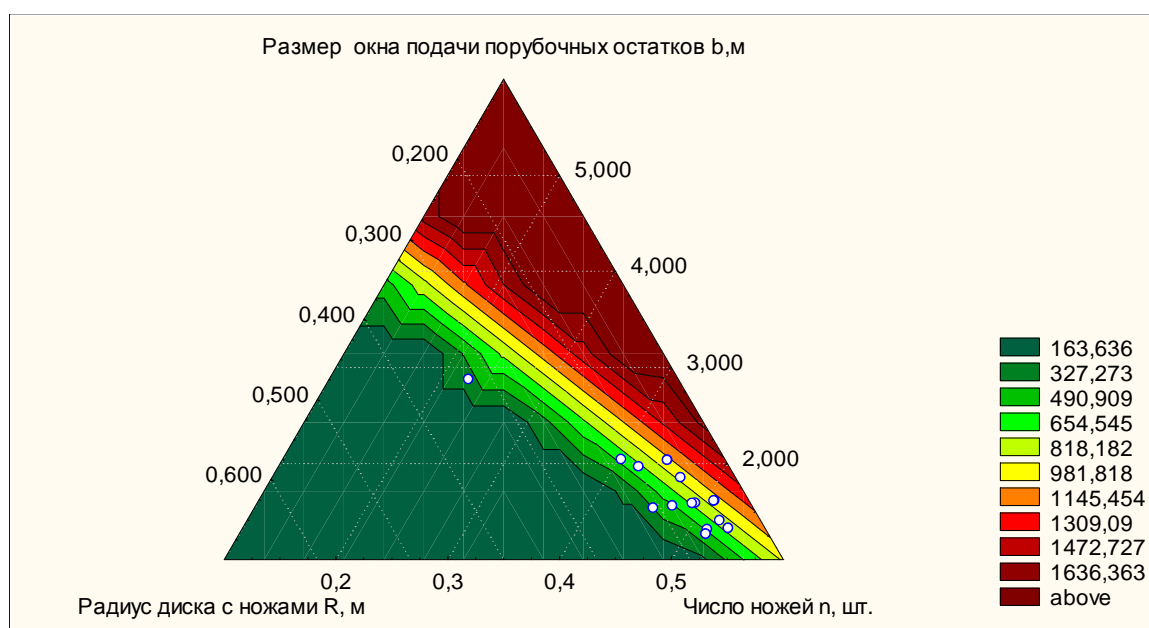


Рисунок 4 – Зависимость производительности (P , кг/с) от радиуса диска с ножами (R , м), числа ножей (n , шт.) и размера окна подачи порубочных остатков (b , м)

При этом значимыми факторами являются для показателей:

- производительности дисковой рубительной машины – размер окна подачи порубочных остатков $b \times b$, м;
- мощность резания ножами новой конструкции – число ножей n , шт.

На основании проведенных экспериментов можно сделать вывод, что для дальнейших исследований целесообразно принять следующие конструктивных элементов механизма измельчения порубочных остатков дисковой рубительной машины:

- радиус диска с ножами R , м- 0,3;
- число ножей n , шт.- 4;
- размер окна подачи порубочных остатков $b \times b$, м – 0,3.

После подбора математических моделей, адекватно описывающих взаимосвязь вышеперечисленных факторов, влияющих на силы резания F_y , Н, построены поверхности отклика, пример представлен на рисунке 5.

Анализ, полученных зависимостей показал, что сила резания F_y снижается при следующих параметрах:

- угловая скорость вращения диска с ножами ω , 1/с- 40;
- подача порубочных остатков P , м- 0,03.

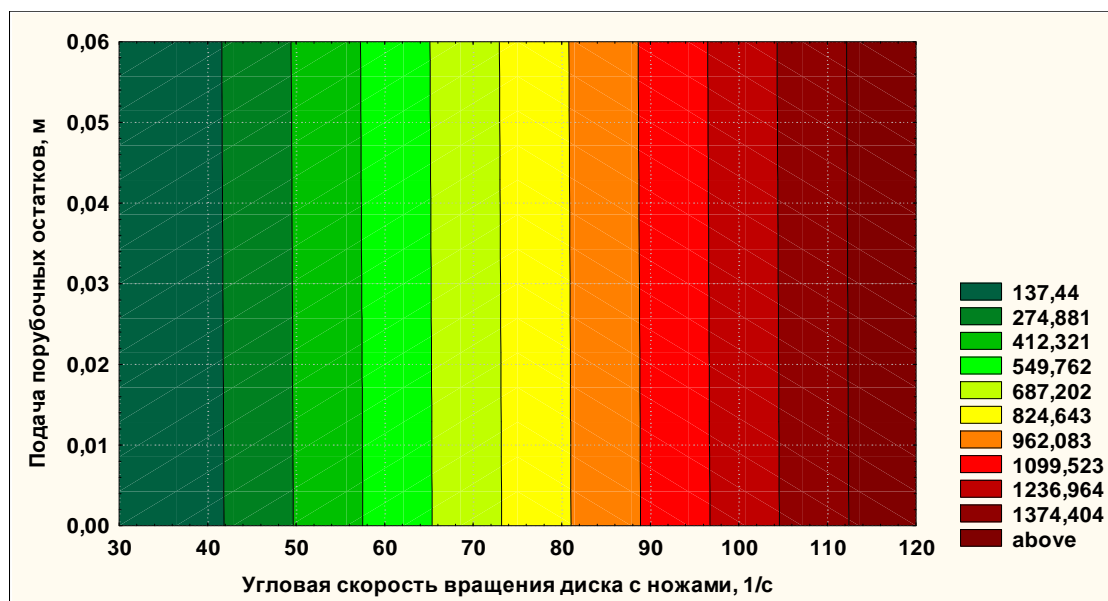


Рисунок 5 – Зависимость силы резания F_y , Н от угловой скорости вращения диска с ножами ω , 1/с и подачи порубочных остатков P , м

При этом значимым фактором является угловая скорость вращения диска с ножами ω , 1/с, что сказывается на значениях силы резания F_y , Н, которая увеличивается в 10 раз (со 137,4 Н до 1374,4) при 4-х кратном увеличении угловой скорости вращения диска с ножами ω , 1/с.

На основании проведенных экспериментов можно сделать вывод, что для дальнейших исследований целесообразно принять следующие технологические параметры рабочего процесса измельчения порубочных остатков дисковой рубительной машины:

- угловая скорость вращения диска с ножами ω , 1/с- 30...40;
- подача порубочных остатков P , м- 0,001...0,06.

Проведенные исследования рабочего процесса измельчения порубочных остатков дисковой рубительной машины позволило обосновать ее конструктивно-технологическую схему и некоторые параметры процесса рубки сырья [6, 7].

Список литературы

1. Устройство для измельчения порубочных остатков : Пат. 129452 Рос. Федерация : В 27 L 11/00 / Фокин С.В., Березников С.В. ; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – № 2012157974/13 ; заявл. 27.12.2012 ; опубл. 27.06.2013, Бюл. № 18.
2. Фокин, С.В. К построению динамической модели жидкостного наполнителя конической фрезы при измельчении пней / С. В. Фокин, О.Н. Шпортько // Естественные и технические науки : сб. науч. работ. – М.: Спутник+, 2012. – Вып. 2. – С. 466–468
3. Фокин, С.В. О применении устройства для измельчения порубочных остатков при реконструкции защитных лесонасаждений /В.В.Цыплаков, С.В. Фокин // Научное обозрение. – 2011. - №5. – С.253-257.
4. Фокин, С.В. Моделирование машины для измельчения порубочных остатков/ С.В. Фокин // Научное обозрение. – 2011. - №5. – С.258-265.
5. Фокин, С.В. К обоснованию параметров и режимов работы устройства для измельчения порубочных остатков/ С.В. Фокин // Вестник Марийского государственного технического университета. – 2011. - №3. – С.36-45.
6. Фокин, С. В. О создании комплекса машин для расчистки нераскорчеванных вырубков / В. В. Цыплаков, С. В. Фокин // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2008. - № 1. – С. 60–63.
7. Фокин, С.В. Теоретическое обоснование основных конструктивно-технологических параметров устройства для измельчения порубочных остатков / С.В. Фокин, А.С. Бурлаков // Инновационная деятельность. – 2011. - №4. – С.123-130.

Рецензенты:

Маштаков Д.А., д.с.-х.н., доцент, заведующий кафедрой «Лесное хозяйство и лесомелиорация», ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», г. Саратов.

Панкратов В.М., д.т.н., профессор, заместитель директора, «Институт проблем точной механики и управления РАН», г. Саратов.