

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РАБОТЫ МЕХАНИЗМА ПОДАЧИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПОРУБОЧНЫХ ОСТАТКОВ

Фокин С.В., Шпортюко О.Н.

*Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А., Саратов, Россия*

ABOUT THE OPERATION OF THE FEEDING MECHANISM OF THE DE- VICE FOR GRINDING CUTTING RESIDUES

Fokin S.V., Shportyko O.N.

*Saratov State Technical University named after Gagarin Y.A.
Saratov, Russia*

Аннотация: В статье приводятся конструктивная схема и результаты расчета основных конструктивно-технологических параметров механизма подачи машины для измельчения порубочных остатков. Проектируемая рубильная машина оснащается вальцовым винтовым механизмом подачи для продольного перемещения порубочных остатков к рубильному диску.

Abstract: The article presents the structural diagram and the results of the calculation of the main design and technological parameters of the feeding mechanism for the machine used to shred chopped residues. The designed chopping machine is equipped with a roller screw feeding mechanism for the longitudinal movement of the chopped residues toward the chopping disc.

Ключевые слова: рубильная машина, порубочные остатки, измельчение винтовой механизм подачи.

Keywords: chopping machine, chopping waste, grinding screw feed mechanism.

Система загрузки рубильной машины для древесных отходов включает в себя ряд основных компонентов: прежде всего, приемный бункер, конструктивно содержащий скошенные верхние и горизонтальные нижние плоскости, направляющие элементы и параллельные боковые стенки; во-вторых, крестообразный подающий механизм; в-третьих, ременную передачу клинового типа; в-четвертых, вальцы с винтовой нарезкой; и, в завершение, наклонные уплотнительные щитки (рис. 1) [1-3].

Конструкция загрузочной воронки механизма подачи условно делится на три различных участка, каждый из которых выполняет свою роль:

Первый участок – это область загрузки, где расположены направляющие элементы, крестообразный подающий механизм и вальцы.

Второй участок – область уплотнения, сформированная вальцами.

Третий участок – зона финального уплотнения, в которой находятся валь-

цы и наклонные пластины для доуплотнения.

Перемещение древесных отходов, отобранных для дальнейшего дробления, осуществляется следующим образом: первично, исходный материал поступает в приемную область (участок один). Посредством направляющих элементов и крестообразной системы подачи, он продвигается к вальцовому механизму. На данном этапе происходит минимальное сжатие сырья [4-6].

В области приема сырья создается некоторый запас необработанного материала, готового к последующей транспортировке в следующие секции с использованием валцов. Для качественного захвата и продвижения перерабатываемого вещества, валцы оборудованы спиралевидными направляющими зубцами, гарантирующими уверенное зацепление [7-9].

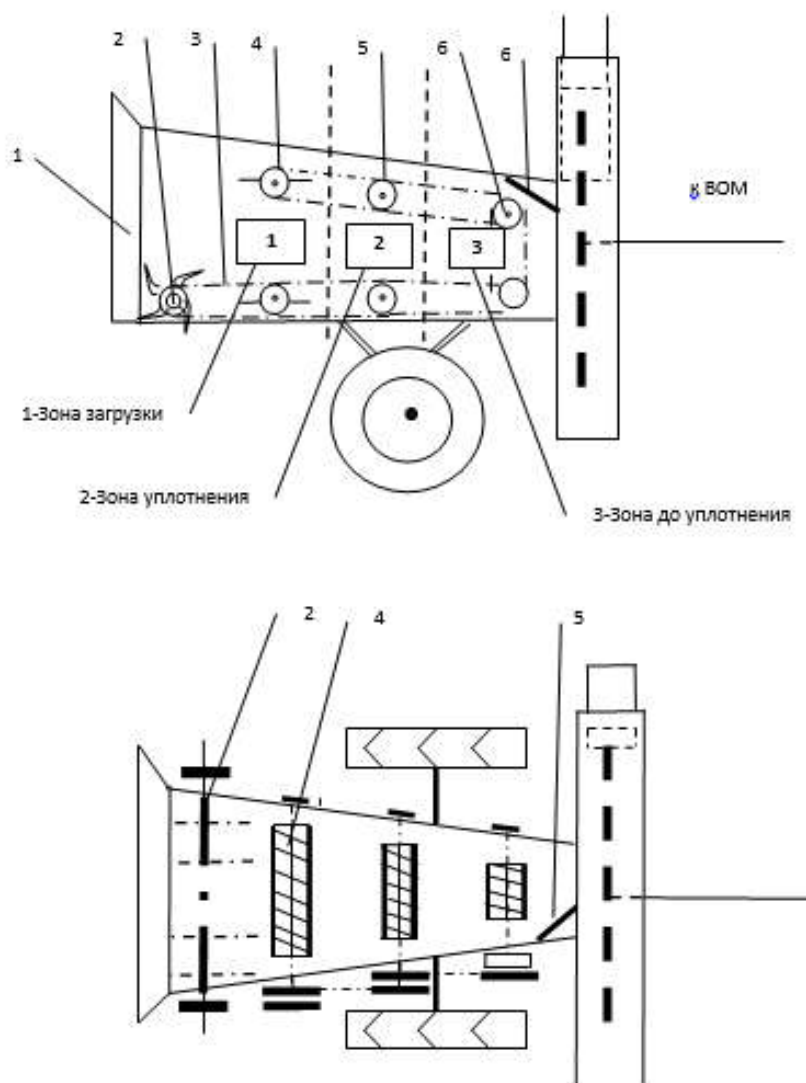


Рисунок 1 – Схема механизма подачи устройства для измельчения порубочных остатков

Первоначально, остатки лесозаготовительной деятельности попадают в зону прессования (участок два), где валки 4 осуществляют сжатие подаваемой массы перерабатываемого сырья. Процесс сжатия обеспечивается за счет того, что количество перемещаемых отходов, благодаря валкам 4, ограничивается в

пределах плоскости приемного отверстия. Затем, винтовая нарезка, находящаяся на поверхности валка 4, способствует перемещению материала в сторону измельчающего диска.

При этом происходит сжатие материала в горизонтальной плоскости. Наклонная верхняя часть загрузочного отверстия 1 сжимает сырье в вертикальной плоскости. Направляющие зубья, расположенные на поверхности ролика, способствуют дальнейшему продвижению материала.

Когда спрессованная масса отходов лесопиления попадает в зону компрессии (участок три), выступы на поверхности валков 4 продвигают субстанцию через скошенные прессовочные элементы 5 и 6. Угол наклона этих элементов служит не только для сдавливания сырья, но и для задания требуемого угла направления, обеспечивающего оптимальное размельчение материала. Направление перемещения обрабатываемых отходов лесозаготовки отображено на рис. 2.

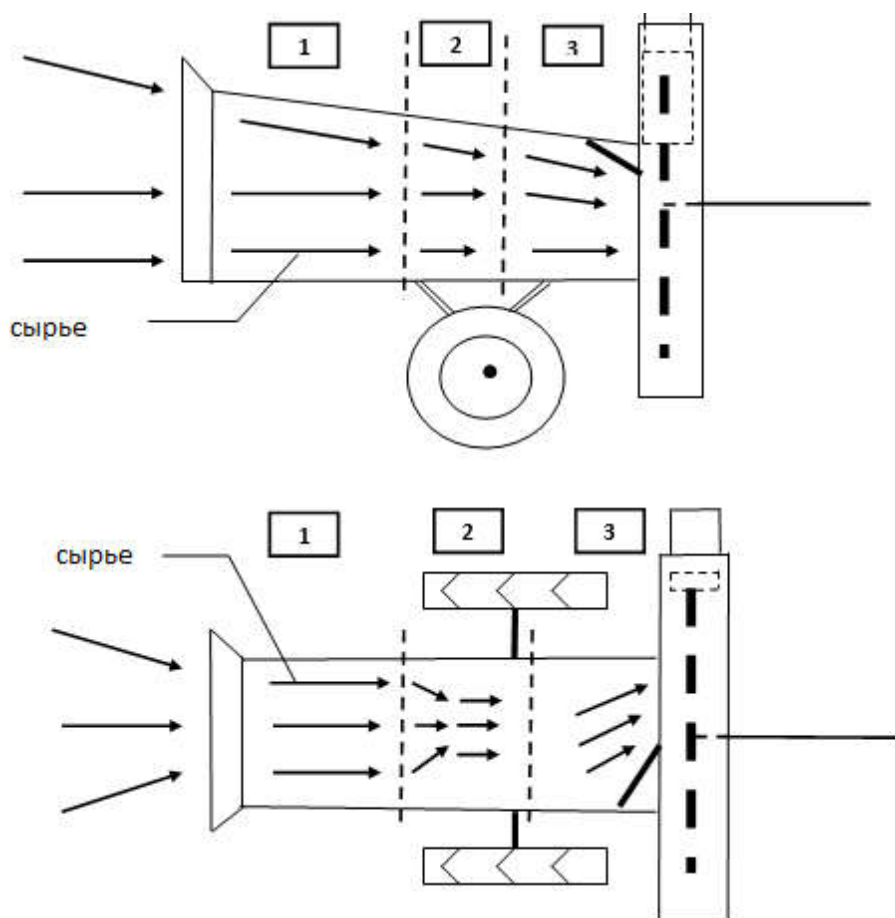


Рисунок 2 – Схема движения материала в механизме подачи на порубочные остатки

Для успешной реализации цели исследования необходимо определить основополагающие характеристики конструкции и технологического процесса механизма, осуществляющего транспортировку сырья в дробилку древесных отходов. Спроектирован вальцово-шнековый механизм подачи для измельчительной машины, предназначенной для переработки порубочных остатков, гарантирующий их поступательное движение в направлении рубильного диска. В

конечном участке системы вальцово-шнековой подачи расположен боковой ограничитель, размещенный под углом β° к продольной оси вальцов [10].

Вычисления, базирующиеся на исследованиях Фокина С.В., принимают во внимание следующие величины: длина приемного отсека – 2,4 м; протяженность обрабатываемых отходов – 3,2 м; доминирующая порода дерева – дуб; удельный вес древесины – 800 кг/м³; требуемая выработка – 28 линейных метров в час; объем загрузочной области – 2,3 м³; размер валка – 0,6 м; полезное действие механизма – 0,85.

На основе установленной производительности вычисляется скорость перемещения порубочных остатков в продольном направлении, при условии коэффициента заполнения $\varphi = 0,3$.

$$V = \frac{Ql}{3600\varphi} = \frac{28 \cdot 3,2}{3600 \cdot 0,3} = \frac{89,6}{1080} = 0,08 \text{ м/с}$$

Угол подъема винтовой линии ролика при диаметре гребня $D_z=160$ мм и шаге винта $t = 70$ мм определим из зависимости:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{tn_0}{\pi D_z}\right),$$

где n_0 – число заходов винта, равное 1:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{tn_0}{\pi D_z}\right) = \arctg\left(\frac{70 \cdot 1}{3,14 \cdot 160}\right) = 7,93^\circ$$

Определим количество роликов при $l_B=0,6$ м и длине загрузочного патрона $L=2,3$ м по зависимости вида:

$$n_{\text{г}} = \frac{L}{l_{\text{г}}} + 1 = \frac{2,4}{0,6} + 1 = 5 \text{ шт. в одном ряду.}$$

Определим вес объема порубочных остатков по зависимости:

$$G_{\text{г}} = gV\gamma = 9,81 \cdot 2,3 \cdot 800 = 18050,4 \text{ Н}$$

Определим вес ролика по зависимости:

$$G_p = g(20B + 4) = 9,81 \cdot (20 \cdot 0,6 + 4) = 156,9 \text{ Н}$$

Находим значения коэффициентов сцепления, трения качения, трения скольжения в подшипниковой опоре и диаметра оси вальца механизма подачи:

$$\mu = 0,62 + 0,00115D = 0,62 + 0,00115 \cdot 160 = 0,8;$$

$$K = 0,45 + 0,0022D = 0,45 + 0,0022 \cdot 160 = 0,9 \text{ мм};$$

где $f = 0,05$ для подшипников качения;

$$d_o = (1/5 - 1/6)D = 0,2 \cdot 160 = 32 \text{ мм};$$

Определим максимальное тяговое усилие вальца при затормаживании порубочных остатков направляющей пластиной:

$$F_m = G\mu = 18050,4 \cdot 0,8 = 14440,3 \text{ Н}$$

Сопротивление трения при движении порубочных остатков определим по формуле:

$$F_{mp} = \alpha_z (z_0 G_{zp} \cdot \frac{2K + fd_0}{D_p} + nG_p \cdot \frac{fd_0}{D_p}) = 1,5 \cdot (1 \cdot 18050,4 \cdot \frac{2 \cdot 0,9 + 0,05 \cdot 32}{160} + 5 \cdot 156,9 \cdot \frac{0,05 \cdot 32}{160}) = 553 \text{ Н}$$

Определим мощность двигателя, необходимую для работы механизма подачи:

$$P = \frac{F_m \cdot V}{1000\eta} = \frac{14440,3 \cdot 0,08}{1000 \cdot 0,85} = 1,3 \text{ кВт}$$

На основании проведенных вычислений были установлены ключевые параметры конструкции и технологии механизма подачи измельчителя древесных отходов:

1. Скорость перемещения материала к режущему диску составила 0,08 м/с;
2. Количество роликов в одном ряду – 5 единиц;
3. Мощность, необходимая для привода роликов, – 1,3 кВт.

Список литературы

1. Фокин С.В. Об использовании математических методов моделирования рубительных машин / С.В. Фокин, О.А. Фомина // Фундаментальные исследования, методы и алгоритмы прикладной математики в технике, медицине и экономике: Материалы 17-ой Международной молодежной научно-практической конференции, Новочеркасск, 06-07 сентября 2018 года. – Новочеркасск: ООО «Лик», 2018. – С. 158-159.
2. Есков Д.В. Ресурсосберегающие технологии при проектировании лесных грунтометательных машин / Д.В. Есков, С.В. Фокин, Д.В. Цыбаев [и др.] //

Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – Т. 2, № 3-4(8-4). – С. 62-65.

3. Фокин С.В. К вопросу переработки древесных отходов на предприятиях АПК / С.В. Фокин, О.Н. Шпортько, К.С. Манышев // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: II международная научно-практическая интернет-конференция, с. Соленое Займище, 28 февраля 2017 года / ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия». – с. Соленое Займище: Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия, 2017. – С. 1822-1825.

4. Фокин С.В. Обоснование конструкции машин фрезерного типа для получения биотоплива в условиях лесов степной и лесостепной зон Поволжья / С.В. Фокин, О.Н. Шпортько // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – Т. 2, № 5-3(10-3). – С. 156-160.

5. Фокин С.В. Способы транспортирования щепы из рубительных машин / С.В. Фокин, О.А. Фомина // Научная жизнь. – 2018. – № 2. – С. 10-15.

6. Фокин С.В. Моделирование машины для измельчения порубочных остатков / С.В. Фокин // Научное обозрение. 2011. № 5. С. 258-265.

7. Фокин С.В. О конструктивных особенностях дисковой рубительной машины для измельчения порубочных остатков / С.В. Фокин, О.А. Фомина // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Материалы VII Международной научно-практической конференции, Саратов, 17-19 марта 2020 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2020. – С. 390-393.

8. Фокин С.В. О перспективных технических средствах для ведения агролесомелиоративных мероприятий / С.В. Фокин, А.Н. Фетяев, О.Н. Шпортько // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-1. – С. 158.

9. Фетяев А.Н. Об имитационной модели процесса измельчения порубочных остатков / А.Н. Фетяев, С.В. Фокин // Научно-технический вестник Поволжья. – 2012. – № 2. – С. 291-294.

10. Фокин С.В. К обоснованию конструктивно-технологических параметров механизма выброса щепы из дисковой рубительной машины / С.В. Фокин, О.А. Фомина // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2021. – Т. 25, № 2. – С. 99-107.

References

1. Fokin S.V. On the Use of Mathematical Methods for Modeling Chopping Machines / S.V. Fokin, O.A. Fomina // Fundamental Research, Methods and Algorithms of Applied Mathematics in Engineering, Medicine, and Economics: Proceedings of the 17th International Youth Scientific and Practical Conference, Novocherkassk, September 6-7, 2018. – Novocherkassk: LLC «Lik», 2018. – pp. 158-159.

2. Eskov D.V. Resource-Saving Technologies in the Design of Forest Soil-Dumping Machines / D.V. Eskov, S.V. Fokin, D.V. Tsybaev [et al.] // Relevant Directions of Scientific Research in the 21st Century: Theory and Practice. – 2014. – Vol. 2, № 3-4(8-4). – pp. 62-65.

3. Fokin S.V. On the Processing of Wood Waste in Agricultural Enterprises / S.V. Fokin, O.N. Shportyko, K.S. Manychev // Current Ecological State of the Natural Environment and Scientific-Practical Aspects of Rational Use of Natural Resources: II International Scientific and Practical Internet Conference, Solenoe Zaimishche, February 28, 2017 / Federal State Budgetary Scientific Institution «Caspian Research Institute of Arid Agriculture». – Solenoe Zaimishche: Caspian Scientific Research Institute of Arid Agriculture, 2017. – pp. 1822-1825.
4. Fokin S.V. Justification of the design of milling-type machines for obtaining biofuel in the conditions of forests of the steppe and forest-steppe zones of the Volga region / S.V. Fokin, O.N. Shportko // Actual directions of scientific research in the 21st century: theory and practice. – 2014. – Vol. 2, № 5-3(10-3). – pp. 156-160.
5. Fokin S.V. Methods of transporting wood chips from chopping machines / S.V. Fokin, O.A. Fomina // Nauchnaya Zhizn. – 2018. – № 2. – pp. 10-15.
6. Fokin S.V. Modeling of a machine for grinding logging residues / S.V. Fokin // Scientific Review. 2011. № 5. pp. 258-265.
7. Fokin S.V. On the Design Features of a Disc Chopper Machine for Grinding Tree Stumps / S.V. Fokin, O.A. Fomina // Innovations in Environmental Management and Protection in Emergency Situations : Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference, Saratov, March 17-19, 2020. – Saratov: Amirit LLC, 2020. – pp. 390-393.
8. Fokin S.V. On Promising Technical Means for Conducting Agroforestry Measures / S.V. Fokin, A.N. Fetyaev, O.N. Shportko // Modern Problems of Science and Education. – 2015. – № 2-1. – pp. 158.
9. Fetyaev A.N. On the Simulation Model of the Process of Chopping Tree Stumps / A.N. Fetyaev, S.V. Fokin // Scientific and Technical Bulletin of the Volga Region. – 2012. – № 2. – pp. 291-294.
10. Fokin S.V. To substantiation of constructive and technological parameters of the mechanism of chip ejection from the disc chopping machine / S.V. Fokin, O.A. Fomina // Forest Bulletin. Forestry Bulletin. – 2021. – Vol. 25, № 2. – pp. 99.