

2. Социально-экономическое положение Республики Беларусь, 2023–2024 : стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск : Белстат. – 2024. – 158 с.
3. Замедление белорусской промышленности. – URL: <https://neg.by/> (дата обращения: 24.04.2025).
4. Основные положения проекта программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P32100292> (дата обращения: 24.04.2025).
5. Пригодич, И. А. Эффективность деятельности особых экономических зон Республики Беларусь: Парка высоких технологий и Китайско-белорусского индустриального парка «Великий камень» / И. А. Пригодич, И. А. Конончук, А. В. Киевич // Инновации: от теории к практике : сб. тез. докл. VII Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 24–26 окт. 2019 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: А. М. Омелянюк [и др.]. – Брест, 2019. – С. 91–94.

УДК 631.3

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИВОДА НОЖА РЕЖУЩЕГО АППАРАТА ВАЛКОВОЙ ЖАТКИ

И. Д. Говор

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель С. И. Кирилук

Рассмотрена модернизация конструкции привода режущего аппарата жатки валовой, позволяющая повысить эффективность привода, снизить металлоемкость и увеличить ремонтпригодность конструкции.

Ключевые слова: жатка, режущий аппарат, нож режущего аппарата, гидромотор, планетарный редуктор.

INCREASING THE EFFICIENCY OF THE KNIFE DRIVE OF THE ROLLER HEADER CUTTING UNIT

I. D. Govor

Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

Scientific supervisor S. I. Kirilyuk

The paper considers the modernization of the design of the drive of the cutting device of the reaper, which allows increasing the efficiency of the drive, reducing the metal consumption and increasing the maintainability of the design.

Keywords: reaper, cutting device, cutting device knife, hydraulic motor, planetary gearbox.

Валковая жатка в агрегате с самоходной косилкой CS100 предназначена для скашивания зерновых колосовых, крупяных культур с укладкой срезанной массы в центральный или левосторонний валок. Данная жатка может применяться на всех почвах, кроме почв с низкой несущей способностью. Предельный уклон полей – не более 8° [1]. Технологический процесс работы валковой жатки осуществляется следующим образом. При работе косилки с жаткой планки мотовила жатки захватывают и подводят к режущему аппарату стеблей порции, который производит их срез. Срезанные стебли подаются к транспортерам, сужающим срезанную массу и укладывают в валок по центру, между колесами косилки или с левой стороны

от косилки. При движении косилки по полю жатка опирается на башмаки, позволяющие копировать рельеф поля.

В рамках данной работы была проанализирована конструкция привода режущего аппарата жатки валковой ЖВ-7, эффективность которого оценивалась по следующим критериям: передача мощности на нож режущего аппарата; вес конструкции; наличие изнашиваемых элементов и стоимость их обслуживания. До модернизации гидромотор привода режущего аппарата располагался в задней стороне жатки (рис. 1) и производил передачу крутящего момента через ременную передачу на планетарный редуктор привода ножа.

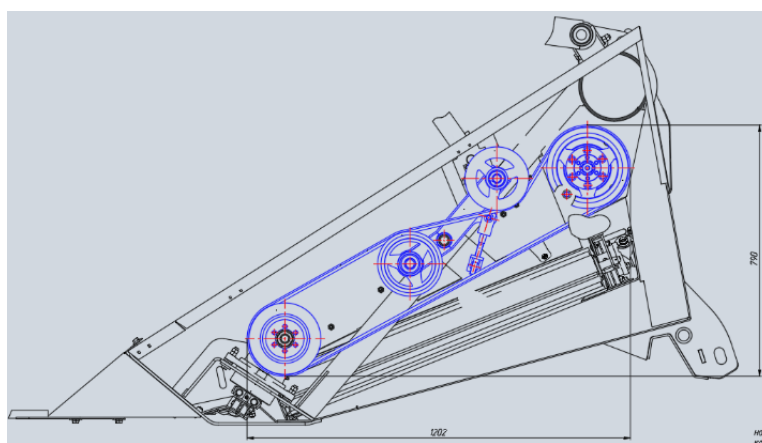


Рис. 1. Привод режущего аппарата ЖВ-7 (вид до модернизации)

С целью снижения металлоемкости и исключения из конструкции быстро изнашиваемых элементов было решено перенести гидромотор привода режущего аппарата с задней части левой боковины жатки и установить его на редуктор привода режущего аппарата без использования клиноременной передачи (рис. 2).

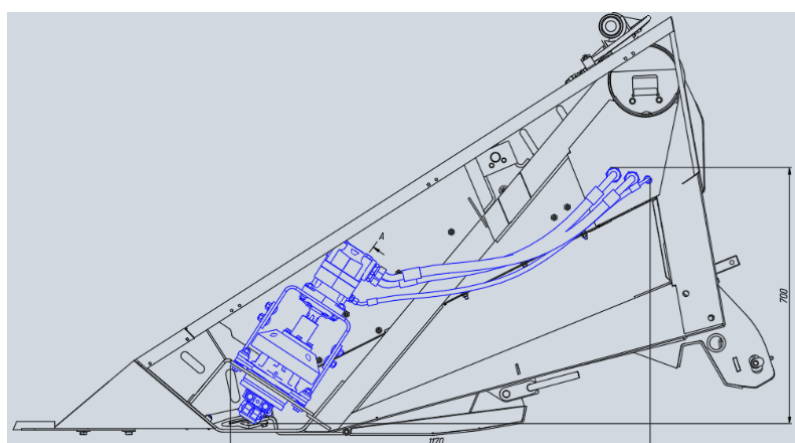


Рис. 2. Привод режущего аппарата ЖВ-7 (вид после модернизации)

В результате анализа установлено, что в случае перестановки гидромотора непосредственно на редуктор привода режущего аппарата может быть достигнуто снижение металлоемкости конструкции и повышение ее эффективности.

Модернизация приведет также к повышению ремонтпригодности. Таким образом, модернизация одинаково выгодна производителю и потребителю, так как она позволяет повысить надежность в гарантийный период и при дальнейшей эксплуатации жатки, что повысит конкурентоспособность и удовлетворенность потребителей.

В настоящее время большинство производителей для привода ножа режущего аппарата жаток в качестве преобразователя вращательного движения в возвратно-поступательное применяют планетарный механизм. Однако из-за воздействия на преобразователь достаточно высоких инерционных нагрузок движущихся возвратно-поступательных масс поставщики ограничивают частоту колебаний ножа, что снижает производительность, особенно при использовании на жатках. В связи с этим исследования по анализу динамической нагруженности привода с планетарным преобразователем представляют практический интерес. Рассмотрим валковую жатку ЖВ-7 с планетарным механизмом. Исходные данные: частота двойных ходов ножа – 660; масса ножа режущего аппарата – 24,5 кг; ход ножа – $84,6 \pm 2$ мм; диаметр начальной окружности центрального колеса – $84,6 \pm 2$ мм; диаметр начальной окружности сателлита – $42,3 \pm 1$ мм; масса сателлита – 0,31 кг; масса водила с кривошипом – 5,4 кг. Кинематическая схема привода режущего аппарата жатки представлена на рис. 1. Вращение передается через коническую зубчатую передачу на входной вал планетарного механизма.

Особенность конструкции данного планетарного механизма Шумахера заключается в том, что радиус центрального зубчатого колеса в два раза больше радиуса сателлита, в результате любая точка сателлита, лежащая на его начальной окружности, движется только по прямой линии, проходящей через полюс вращения C этой точки и ось центрального колеса. В рассматриваемом механизме центральное зубчатое колесо неподвижное, колесо имеет подвижную ось, которая вращается вместе с водилом H с угловой скоростью ω_H .

При этом сателлит вращается с угловой скоростью ω_c вокруг мгновенного центра вращения.

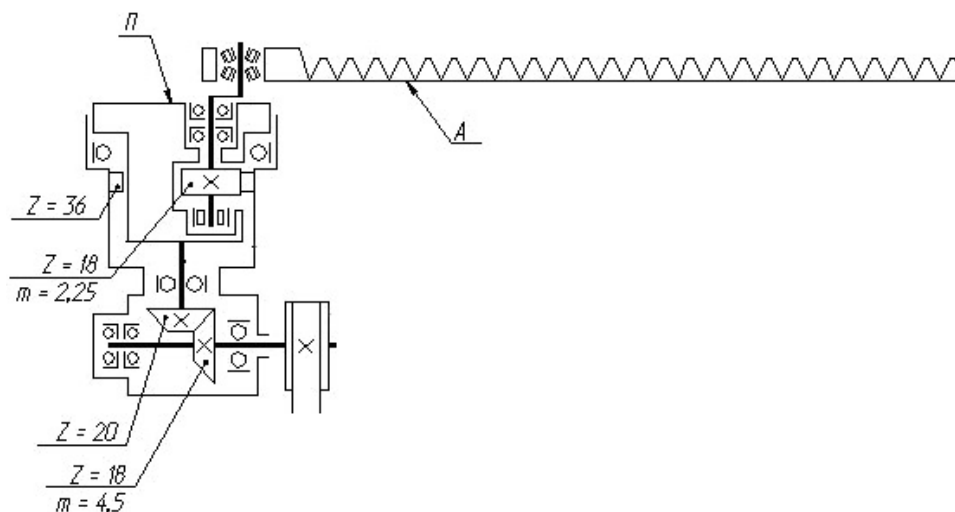


Рис. 3. Кинематическая схема привода режущего аппарата валковой жатки:

П – механизм Шумахера; А – нож режущего аппарата валковой жатки

Кинематические характеристики данного механизма рассчитываются по классической методике [3] и, согласно [2], движение кривошипа и ножа режущего аппарата жатки описывается формулами $x_a = 2r_6 \cos \varphi$; $y_a = 0$. Скорость $v_{\text{нож}}$ и ускорение $a_{\text{нож}}$ ножа режущего аппарата следующие: $v_{\text{нож}} = v_o = \dot{x}_a \omega = -2r_6 \omega_4 \sin \varphi$, $a_{\text{нож}} = a_o = \ddot{x}_a \omega = -2r_6 \omega_4 \cos \varphi$; (3), где $\varphi = \omega_4 t$, $\omega_4 = \omega_H = -\omega_6$.

Влияние динамических нагрузок, возникающих вследствие возвратно-поступательного движения ножа режущего аппарата, сил инерции, рассчитывается методом кинематики и статики по методике силового расчета зубчатых передач [3]. Основной нагрузкой является сила инерции ножа. Нож режущего аппарата движется по гармоническому закону, его сила инерции выражается формулой $F_{\text{и.ножа}} = -m_{\text{нож}} \cdot a_{\text{ножа}} = -m_{\text{ножа}} 2r_6 \omega_4 \cos \varphi$. Через кривошип (рис. 3) сила инерции ножа передается на сателлит в виде момента, который рассчитывается из условия равенства передаваемой мощности $F_{\text{и.ножа}} v_{\text{ножа}} = M_{\text{сател}} \cdot \omega_6$, $M_{\text{сател}} = F_{\text{и.нож}} \frac{v_{\text{нож}}}{\omega_6} = m_{\text{нож}} 2r_6^2 \omega_4^2 \sin 2\varphi$.

Из уравнений равновесия для корпуса планетарного механизма рассчитываются проекции реакций $R_{\text{хп.м}}$, $R_{\text{зп.м}}$ на корпус механизма от его подвижных звеньев, приложенные к оси вращения приводного вала, и реактивный момент относительно этой оси: $R_{\text{хп.м}} = (F_{x56} + F_{x01})$, $R_{\text{зп.м}} = (F_{z56} + F_{z01})$, $MR_{\text{п.м}} = -2r_2(F_{z56} \cos \varphi + F_{x56} \sin \varphi)$, модуль вектора реактивной силы и его угол наклона определяется выражениями

$$R_{\text{п.м}} = \sqrt{R_{\text{хп.м}}^2 + R_{\text{зп.м}}^2}, \quad \delta = \arctg \left[\frac{R_{\text{зп.м}}}{R_{\text{хп.м}}} \right].$$

Согласно расчетной схеме (рис. 3), на корпус

планетарного механизма будет действовать реактивная сила $R_{\text{п.м}}$, равная сумме центробежных сил и направленная радиально, а реактивный крутящий момент будет вдвое больше движущего момента. На корпус планетарного механизма вдоль траектории ножа также действует сила инерции ножа, тогда общая реакция будет равна

$$R_x = R_{\text{хп.м}} - F_{\text{и.нож}}; \quad R_z = R_{\text{зп.м}}; \quad R = \sqrt{R_x^2 + R_z^2}. \quad \text{За чет уменьшения потерь в ременной передаче привода эффективность повышается следующим образом:}$$

$$\mathcal{E} = \frac{N_{\text{м}}}{N_{\text{нм}}} = \frac{1 - \eta_{\text{рп}}}{1} 100 \% = \frac{1 - 0,97}{1} 100 \% = 3 \%, \quad \text{где } N_{\text{м}} - \text{мощность на привод до мо-}$$

дернизации; $N_{\text{нм}}$ – мощность на привод после модернизации; $\eta_{\text{рп}} = 0,97$ КПД ременной передачи.

Таким образом, нами рассмотрена модернизация конструкции привода режущего аппарата жатки валовой, позволяющая повысить эффективность привода, снизить металлоемкость и повысить ремонтпригодность конструкции.

Л и т е р а т у р а

1. Жатка валковая ЖВ-7 : рук-во по эксплуатации. – Гомель : ОАО Гомсельмаш, 2023. – 61 с.
2. Разработка и исследование рекуперативного привода режущего аппарата жатки с планетарным механизмом / Л. И. Бойко, В. И. Прибыльский, Т. В. Бойко, Н. П. Першукевич // Весці НАН Беларусі. Серыя фізіка-тэхнічных навук. – 2015. – № 1. – С. 87–94.
3. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин : учебник / И. И. Артоболевский. – М. : Наука, 1975.