

8. Силосоуборочные комбайны JAGUAR 980, 970, 960, 950, 940 // CLAAS KGaA mbH. [Электронный ресурс]. – 2018. –

Режим доступа: <http://www.claas.ru/blueprint/servlet/blob/1527326/032da725067e39affb5868b8bfcba1d4/303069-dataRaw.pdf> – Дата доступа: 15.05.2018.

9. Зернодробилки CLAAS Corncracker. Технология обработки измельченной массы. // CLAAS KGaA mbH. [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://www.claas.ru/blueprint/servlet/blob/798802/97838a6aa2cf49b686dd6d7e31f7dcc9/261473-dataRaw.pdf> – Дата доступа: 15.05.2018.

**Abstract.** The review of the systems of grain refinement used on the modern forage harvesters is presented in this article.

УДК 621.878.448

**Смирнов А.Н.<sup>1</sup>**, кандидат технических наук;  
**Серебрякова Н.Г.<sup>1</sup>**, кандидат педагогических наук, доцент;  
**Шостак В. Г.<sup>2</sup>**, кандидат военных наук, доцент

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный  
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь,

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

## **УЛУЧШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СИЛОВЫХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОДНОКОВШОВЫХ ФРОНТАЛЬНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ**

**Аннотация.** Рассмотрены методики расчета кинематики погружного оборудования одноковшовых фронтальных погрузчиков, позволяющие улучшить их силовые и кинематические параметры.

**Введение.** Одноковшовые погрузчики широко применяются в различных отраслях для погрузки и транспортирования сыпучих и кусковых материалов, а при установке сменного рабочего оборудования для выполнения ряда других работ.

**Основная часть.** Основным рабочим органом погрузчика является ковш, установленный на конце стрелы. Следует отметить, что

для большинства кинематических схем рычажного механизма поворота ковша наиболее рациональной является схема перекрестного типа. Она обеспечивает лучшие технико-эксплуатационные показатели, поэтому принята для большинства погрузчиков, однако не обеспечивает строго поступательное движение рабочего органа.

На этапе проектирования определяются кинематические и силовые параметры одноковшовых фронтальных погрузчиков, которые должны соответствовать существующим стандартам.

Проблема заключается в том, что в существующей методике при построении кинематической схемы погрузочного оборудования стрелу предлагается изображать в пяти положениях (от нижнего до верхнего), затем конструктивно путем прочерчивания и подбора определяются элементы рычажной системы [1]. Процесс является громоздким, его приходится повторять, что занимает много времени. Кроме этого, в расчет не принимается такой важный параметр, как выглубляющее усилие ковша, которое является следствием построения кинематической схемы и практически всегда не будет максимальным. Для устранения указанных недостатков было создано несколько методик расчета кинематической схемы погрузочного оборудования, позволяющих улучшить ее силовые и кинематические параметры.

Рассмотрим некоторые из них.

В силу вышесказанного, в методике [2] для упрощения построения всей кинематики и определения максимального вырывного усилия ковша использовалось только одно (нижнее) положение стрелы. Это возможно осуществить, основываясь на работе [3], где ковш (или любой другой рабочий орган) при подъеме стрелы с перекрестным ( $Z$  – образным) рычажным механизмом движется строго поступательно.

Для решения данной задачи использовался графоаналитический метод.

Изображаем положение, при котором ковш находится горизонтально – положение выглубляющего усилия (рисунок 1):

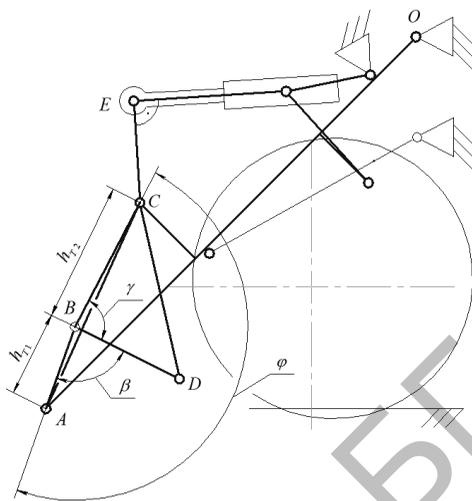


Рисунок 1 – Схема для расчета переменного передаточного отношения  $h_{T2}/h_{T1}$  рычажной системы

В результате проведенных теоретических расчетов и построений с учетом наложенных ограничений на кинематику ковша окончательно было установлено

$$f(\beta) = h_{T2} / h_{T1} = BC \sin(\varphi - \beta) / R_K \sin \beta, \quad (1)$$

где  $\beta$  – угол между радиусом вращения стрелы  $R_K=AB$  и тягой  $BD$ ;  $h_{T1}, h_{T2}$  – соответственно плечи тяги  $BD$  относительно шарниров  $B$  и  $C$ .

Для определения экстремума функции берем производную от выражения (1) по переменной  $\beta$  и приравняем ее к нулю:

$$f'(\beta) = -\frac{BC \cos[(-\varphi) + \beta]}{R_K \sin \beta} + \frac{BC \sin[(-\varphi) + \beta]}{R_K \sin^2 \beta} \cos \beta = 0. \quad (2)$$

Решение уравнения (2) относительно  $\beta$  при остальных известных параметрах определяет угол между рычагом  $AB$  и тягой  $BD$ , при котором переменное передаточное отношение  $h_{T2} / h_{T1}$  имеет минимум, следовательно выгибающее усилие  $N_B$  является максимальным. Ковшовый гидроцилиндр и верхнюю часть рычага  $ECD$  располагаем взаимно перпендикулярно. Плечо  $EC$  рычага,

ходы ковшового и стрелового гидроцилиндров, координаты крепления их к порталу, а также варианты установки определяем по методикам, изложенным ниже.

В работе [4] приведен расчет выходных характеристик механизма подъема фронтального погрузчика. Однако, такие параметры, как ход стреловых гидроцилиндров  $S$  и радиус вращения стрелы  $R$  здесь входят в исходные данные для расчета, хотя при проектировании гидромеханизма подъема стрелы они являются неизвестными и методика их расчета отсутствует, что является проблемой при построении кинематики.

Для решения этой задачи предложен метод аналитического расчета некоторых кинематических и динамических параметров гидромеханизмов подъема стрелы и поворота ковша одноковшового фронтального погрузчика [5], который позволяет решить эту проблему и является предпосылкой к исследованию скоростных и силовых характеристик погрузочного оборудования.

Данная методика расчета была реализована на ЭВМ в среде Mathcad решением системы нелинейных уравнений с двумя неизвестными  $S$  и  $R$  заданных неявно при проектировании погрузчиков «Амкодор» и показала свою эффективность благодаря уменьшению трудоемкости выбора кинематических и силовых показателей погрузочного оборудования и сокращению времени на разработку.

Разработана также методика [6], где использован метод инверсии и дающая конструктору возможность выбора из двух полученных идентичных вариантов компоновки гидромеханизма подъема стрелы на оптимальный, который лучше подходит в условиях ограниченного пространства или по другим соображениям и поэтому часто может быть единственным, что расширяет возможности, сокращает время и повышает качество проектных работ. Данная методика расчета была использована при проектировании погрузчиков «Амкодор», является универсальной и может быть распространена на любые машины (в том числе сельскохозяйственные), имеющие безрычажные схемы гидромеханизмов поворота звеньев.

**Заключение.** Таким образом, рассмотренные методики дают возможность создать в совокупности единую систему расчета кинематической схемы погрузочного оборудования одноковшового фронтального погрузчика, позволяющую максимально использовать функцио-

нальные возможности ковшового гидроцилиндра (наибольшее выглубляющее усилие при одном и том же давлении и ходе штока), сократить время разгрузки ковша и осуществить автоматический возврат его в положение черпания, выбрать рациональный вариант установки стреловых гидроцилиндров, обеспечить строго поступательное движение рабочих органов (ковша, крановой безблочной стрелы, вил и др.) при перекрестной схеме рычажной системы, уменьшить время цикла и тем самым повысить производительность выполняемых работ, а также улучшить удобство работы оператора.

Список использованной литературы

1. Базанов, А.Ф., Забегалов Г.В. Самоходные погрузчики / А.Ф. Базанов, Г.В. Забегалов – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 406 с.

2. Смирнов, А.Н. Методика определения максимального выглубляющего усилия одноковшового погрузчика / А. Н. Смирнов Н.Д. Лепешкин // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. научн.-техн. конф.: в 3 т. / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Мн., 2012. – Т.2. – С. 45–50.

3. Система слежения и управления рабочим органом одноковшового фронтального погрузчика: пат. 16237 Респ. Беларусь, МПК 16237 С2 Е 02F 343 / А.Н. Смирнов; заявитель ОАО «Амкорд». – № а 20091596; заявл. 12.11.09; опубл. 30.08.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 4. – С. 109.

4. Тарасов, В.Н. Аналитическое исследование механизма подъема стрелы фронтального погрузчика / В.Н. Тарасов, А.Н. Подсвилов // В межвуз. сб.: Гидропривод и системы управления строительных, тяговых и дорожных машин. – Новосибирск, 1978.

5. Смирнов, А.Н., Лепешкин Н.Д. Расчет некоторых кинематических и динамических параметров погрузочного оборудования одноковшового фронтального погрузчика / А.Н. Смирнов, Н.Д. Лепешкин // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межведомственный тематический сборник / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Мн., 2012. – Вып. 46. – С.64.

6. Смирнов, А.Н. Выбор рациональных координат установки гидроцилиндров подъема стрелы погрузчика / А.Н. Смирнов,

Н.Д. Лепешкин // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межведомственный тематический сборник / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Мн., 2012. – Вып. 46. – С.68.

7. Попов, А.И. Проектирование системы обучения будущих инженеров сельскохозяйственного производства инновационной деятельности / А.И. Попов, В.М. Синельников, Н.Г. Серебрякова // КазНАУ: исследования и результаты. – 2017. – №3.

8. Серебрякова, Н.Г. Современные концепции инженерного образования: анализ в рамках компетентностного подхода / Н.Г. Серебрякова // Высшая школа. – 2017. – №6. – С. 23–28.

9. Серебрякова, Н.Г. Интеграция содержания дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального циклов учебного плана технического вуза / Н.Г. Серебрякова, Л.С. Шабeka, Е.В. Галушко // Профессиональное образование. – 2017. – №2. – С. 19–23.

**Abstract.** Syn methods cast kinematics loading equipment single-bucket frontal loaders, make it possible improve them force and kinematical characteristic.

УДК 631.312

**Мисуно О.И.**, кандидат технических наук, доцент  
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

### **МОДУЛЬНАЯ СХЕМА ПОСТРОЕНИЯ ПАХОТНОГО АГРЕГАТА**

**Аннотация.** Эффективным направлением реализации возрастающих мощностей двигателей колесных тракторов «Беларус» на пахоте является модульная схема построения агрегата, включающая энергетический модуль и технологический модуль с приводными колесами. Между модулями навешивается рабочая машина – плуг. Такая схема построения позволяет повысить производительность пахотного агрегата в результате снижения потерь мощности на буксование движителей по сравнению с классической схемой построения.