

вое усилие создается массой всего агрегата, включая массу рабочей машины и технологического модуля. Такая схема построения позволяет повысить производительность пахотного агрегата в результате снижения потерь мощности на буксование движителей по сравнению с классической схемой построения. Причем наименьшие потери мощности на буксование при работе пахотного агрегата, построенного по модульной схеме достигаются при одинаковых буксованиях движителей модулей и при этом тяговые усилия модулей пропорциональны их сцепному весу. На технологическом модуле может навешиваться не только основная секция плуга, но и дополнительная, а также различные технологические емкости.

**Abstract.** The efficient direction of realization of the increasing capacities of engines of the wheel Belarus tractors on a plowed land is the modular scheme of creation of the unit which is turning on the power module and the technological module with drive wheels. Between modules the working car – a plow is hung. Such scheme of construction allows to increase productivity of the arable unit as a result of decrease in losses of power on slipping of propellers in comparison with the classical scheme of construction.

УДК 631.374:621.879.326

**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

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МЕХАНИЧЕСКОГО СЛЕЖЕНИЯ РАБОЧЕГО ОРГАНА ОДНОКОВШОВОГО ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА**

**Аннотация.** В статье рассматривается система механического слежения рабочего органа одноковшового фронтального погрузчика, сочетающая достоинства перекрестного и параллелограммного рычажных механизмов.

**Введение.** Погрузочное оборудование одноковшовых фронтальных погрузчиков в большинстве случаев оснащено механической системой слежения рабочего органа с помощью рычажного механизма, так эта система более проста и надежна по сравнению с гидравлической. При этом применяют два основных вида оборудования: с перекрестным и параллелограммным рычажными механизмами [1].

Погрузочное оборудование с перекрестным поворотным механизмом наиболее выгодно, так как самая тяжелая операция – запрокидывание ковша при наполнении выполняется замедленно поршневой полостью гидроцилиндра поворота при наибольшем усилии, а его разгрузка – ускоренно штоковой полостью; он хорошо скомпонован и виден с пульта управления.

Недостатками перекрестного поворотного механизма являются отсутствие кинематического сохранения уровня рабочего органа, которое особенно важно при выполнении погрузочно-разгрузочных работ с грузовыми вилами, а также повышенные энергозатраты при работе с основным ковшом и другими сменными рабочими органами, поскольку в зависимости от кинематики они могут запрокидываться на некоторые дополнительные углы в верхнем положении стрелы по сравнению с минимально допускаемыми, что связано с определенными энергозатратами.

Параллелограммный рычажный механизм обеспечивает кинематическое сохранение уровня рабочего органа, но в соответствии с компоновкой переднего моста у погрузчиков он расположен рычажной системой сверху стрелы. Запрокидывание ковша осуществляется штоковой полостью гидроцилиндра ковша, что уменьшает вырывное усилие, время его запрокидывания, наполнение, производительность и является недостатком.

Для возврата ковша в положение черпания при его разгрузке применяют разгрузку на упор (на определенный ход ковшового гидроцилиндра), осуществить которую по условиям кинематики и компоновки рычажного механизма не всегда представляется возможным.

**Основная часть.** Для устранения указанных недостатков предложена система слежения и управления рабочим органом одноковшового фронтального погрузчика механического типа, соче-

тающая достоинства перекрестного и параллелограммного рычажных механизмов, которая обеспечивает кинематическое сохранение уровня рабочего органа, максимальное использование функциональных возможностей ковшового гидроцилиндра, а также осуществление возможности автоматического возврата ковша в положение черпания [3].

Система слежения и управления рабочим органом одноковшового фронтального погрузчика содержит стрелу, рабочий орган и три четырехзвенника: первый и третий представляют собой перекрестные поворотные механизмы, причем третий четырехзвенник геометрически подобен первому, а второй рычажный механизм является параллелограммом. При этом ковшовый гидроцилиндр, входящий во второй четырехзвенник, закреплен на цапфах, выполненных в виде осей, сваренных соосно в гильзу ковшового гидроцилиндра и опирающихся на подшипники. Это уменьшает его габариты и металлоемкость и позволяет легко скомпоновать данную рычажную систему, а также обеспечить автоматический возврат ковша из положения разгрузки в положение черпания, что сокращает время рабочего цикла и повышает удобство работы оператора.

Система работает следующим образом.

После наполнения ковша 13 в нижнем положении стрелы 14 оператор производит его запрокидывание на полный ход ковшового гидроцилиндра 7 (рисунок 1).

При подъеме стрелы 14 указанные соотношения между четырехзвенниками сохраняются: первый 1, 2, 3, 4 четырехзвенник сохраняет геометрическое подобие третьему 9, 10, 6, 11 четырехзвеннику, а второй 5, 6, 7, 8 четырехзвенник является параллелограммом, что обеспечивает строго поступательное движение любого сменного рабочего органа 13 в течение всего цикла подъема.

Разгрузка ковша 13 происходит на упор при длине звена 7 (ковшового гидроцилиндра), равной длине звена 7 в положении черпания (рисунок 2).

Это условие легко достигается тем, что ковшовый гидроцилиндр входит во второй четырехзвенник и закреплен на цапфах 12 на длине, необходимой для автоматического возврата ковша 13 в положение черпания при опускании стрелы 14 (рисунок 2).

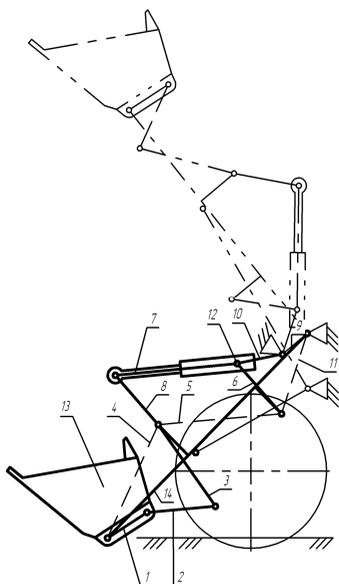


Рисунок 1 – Нижнее и верхнее положения погрузочного оборудования

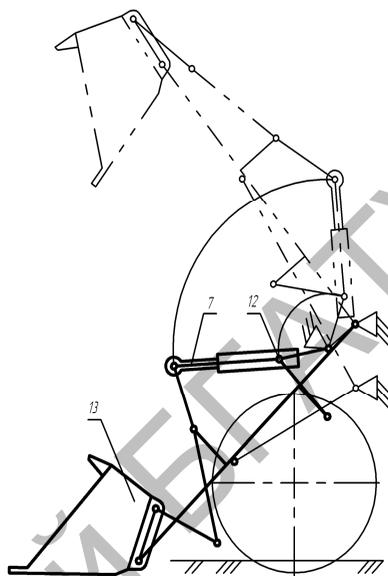


Рисунок 2 – Возврат ковша из положения разгрузки в положение черпания

Из подобия третьего 9, 10, 6, 11 и первого 1, 2, 3, 4 четырехзвенников следует, что передаточное отношение входного звена третьего четырехзвенника и выходного звена первого четырехзвенника, определяющееся как отношение угловых скоростей звена 9 и звена 1 в обратном движении, равно единице:

$$i_{9-1} = \omega_9 / \omega_1,$$

т.е. третий четырехзвенник 9, 10, 6, 11 имеет обратное передаточное отношение к первому 1, 2, 3, 4. Таким образом, общее передаточное отношение механизма при вращении стрелы равно единице.

Звено 7 (ковшовый гидроцилиндр) закреплено на цапфах 12, выполненных в виде осей, опирающихся на подшипники. Размещение цапф 12 на звене 7 обеспечивает возврат рабочего органа, например, ковша 13, из положения разгрузки при верхнем положении стрелы 14 в положение черпания при ее нижнем положении, причем длина ковшового гидроцилиндра в положениях разгрузки и черпания одинакова.

**Заключение.** Таким образом, данное предложение позволило создать единую универсальную систему механического слежения рабочим органом одноковшового фронтального погрузчика, обеспечивающую строго поступательное движение рабочих органов (ковша, вил и др.), уменьшить энергозатраты и при этом максимально использовать функциональные возможности ковшового гидроцилиндра (наибольшее вырывное усилие и наполнение ковша, наименьшее время его разгрузки), автоматический возврат ковша в положение черпания. Тем самым уменьшается время цикла, повышается производительность выполняемых работ, улучшаются условия опорожнения ковша и повышается удобство работы оператора.

Список использованной литературы

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

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

3. 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.

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

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

**Abstract.** The article considers the mechanical system of tracking the working body of single bucket frontend loader, which combines dignity and cross the parallelogram lever mechanism.