

УДК 631.316.4(088.8)

## СИНТЕЗ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПОДЪЕМНЫХ УСТРОЙСТВ

*А. ГАИНА, Я. ВАЛУЦА, Н. МАНКУШ*

*Государственный аграрный университет Молдовы*

**Abstract.** The modern mobile means designed for taking out the harvest from plantations are usually equipped with autonomous devices for loading and unloading. The moving palletized fruit collector is made of armed cranes hung on a trailer or on the tractor itself, and the frontal loaders are of a hook type. The main requirements for these devices consist in the simplicity of sequence scheme, in refusal of traditional lifting system by flexible organ complicated by the drive of the drum rotation, tackle block and brake system. In the mechanisms presented here, the lifting and lowering of load are realized directly by moving the arm.

To pour out the unpacked harvest in transportation means, it was used a loader equipped with two mechanisms for lifting and slopping of the basket. In the given work it was recommended that the loader were equipped with a mechanism of a variable structure which simplifies by half the hydraulic drive and significantly its metal consumption.

**Key words:** Equipment, Loading, Mechanism, Mobile facilities, Unloading.

### ВВЕДЕНИЕ

Современные мобильные средства, предназначенные для вывозки урожая с плантаций, обычно оснащены автономными устройствами загрузки-выгрузки (Любляна, 1986). Для перемещения контейнеров с плодами используют стреловые краны (в конструкторских документах их называют *загрузчиками*), навешиваемые на прицеп или непосредственно на трактор, и фронтальные *погрузчики рычажного типа*. Основное преимущество этих устройств состоит в простоте кинематической схемы, в отказе от традиционной системы подъема гибким органом, осложненной приводом вращения барабана, полиспастом, тормозной системой. В представленных здесь механизмах подъем-опускание груза осуществляется непосредственно движением стрелы.

Для пересыпки *незатаренного* урожая в транспортные средства используют перегрузчик, оснащенный *двумя механизмами* для подъема и наклона кузова. В данной работе предлагается перегрузчик оснастить *одним механизмом* переменной структуры, упрощающим наполовину гидропривод и в значительной мере его металлоемкость.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

Кинематический синтез имеет целью придать исполнительной точке (крюку, вилам) заданную траекторию, чаще прямолинейную (И. И. Артоболевский, 1979).

Динамический синтез имеет целью достичь плавного движения исполнительной точки, иными словами, найти способ присоединения приводной диады – силового цилиндра, обеспечивающий равномерный или близкий к нему подъем груза.

1. Вертикально направляющий механизм стрелового гидравлического крана (точный синтез) (А.с. 369029, 08.02.73; А.с. 1131699, 30.12.84; А.с. 1342774, 07.10.87).

Задача получения вертикальной траектории конца стрелы, где монтируется крюковая подвеска, решалась путем инверсии известного двухползунного механизма эллипсографа (рис.1, а). Точка С шатуна АВ, взятая на межосевой линии, описывает эллипс в полуосях IАС и IBC. Если его реализовать в виде неподвижной направляющей tC (рис.1б) и замкнуть на ней точку С, то поступательная пара А может быть удалена, при этом все точки инвертированного таким образом механизма будут перемещаться по своим прежним траекториям. В частности, точка А будет совершать прямолинейное вертикальное движение.

На рис. 2 изображена схема стрелового крана, образованного по описанному принципу. Стрела 2 с крюковой подвеской размещена между щеками 4, жестко укрепленными на неподвижной колонне 0. Задняя торцевая поверхность tC щеки имеет форму части эллипса, соответствующей заданному участку A1A2 перемещения крюка. Стрела снабжена двумя роликами: внутренний ролик В перемещается в пазах tx щек 4, а наружный ролик С обкатывает торцевой профиль tC.

Подъем стрелы осуществляется гидроцилиндром 5. Наклонное его положение обеспечивает силовое замыкание концевой кинематической пары С: составляющая давления штока на стрелу, направленная в сторону крюка А, прижимает ее концевой ролик к фасонной направляющей tC.

При больших размахам h=A1 A2 стрелы гидроцилиндр заметно меняет свое угловое положение, вследствие чего движение крюка становится неравномерным. Механизм, идеально отвечающий постоянству передаточной функции, показан на рис.3. Здесь силовой цилиндр 5-6 (приводная диада) установлен строго вертикально, образуя со стойкой 0 горизонтальную поступательную пару 0-5.

Из отношения подобия

$$A_0 A / D_0 D = l_{AB} / l_{DB} \quad (1)$$

следует функция положения крюка А

$$s_A = \lambda s_{05}; \quad (2)$$

где  $\lambda = l_{AB} / l_{DB}$  — относительное плечо приложения движущей силы;

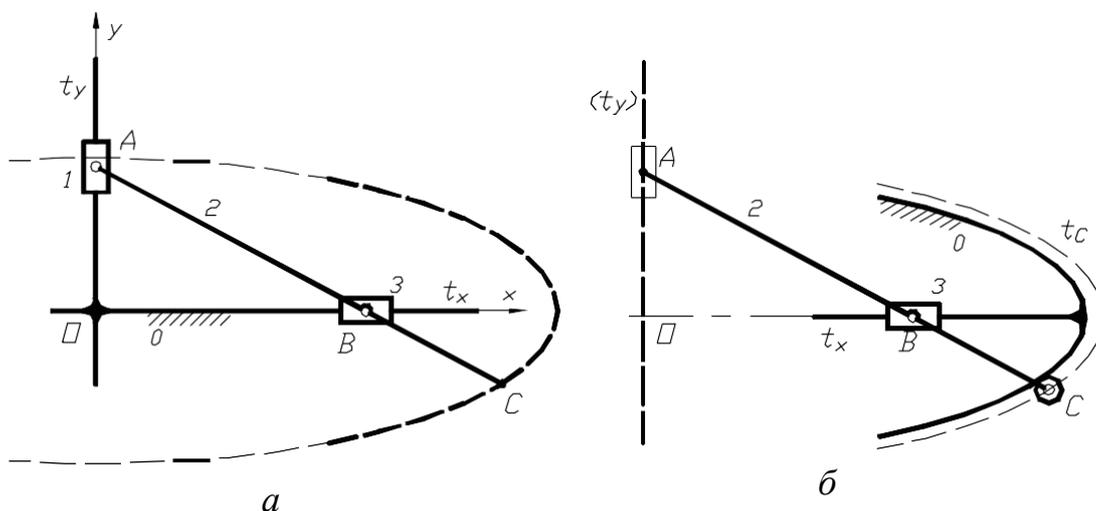


Рис.1

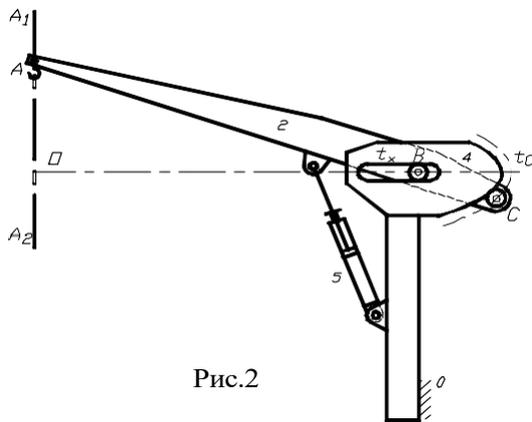


Рис.2

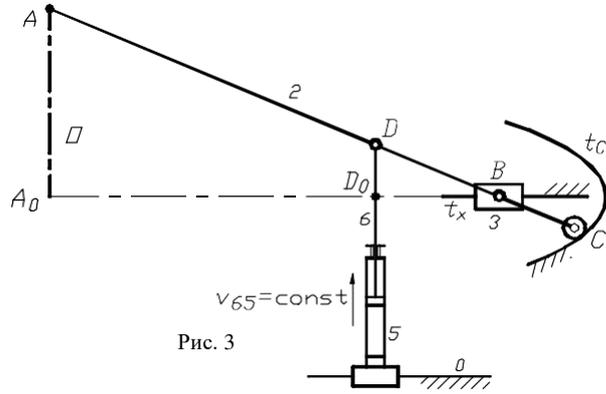


Рис. 3

$s_{65}$  – перемещение штока 6 по отношению к цилиндру 5.

Поскольку положение точки D на стреле 2 неизменно, скоростная передаточная функция

$s'_A = ds_A / ds_{65}$  постоянна:

$$s'_A = \lambda = \text{const.} \quad (3)$$

Значит, движение исполнительный точки A в точности отвечает плавному закону движения штока 6 в цилиндре 5.

2. Вертикально направляющий механизм для погрузочных операций (приближенный синтез)

Маневренность гидро-рычажного погрузчика, оперирующего в ограниченном пространстве, обеспечивается вертикальной траекторией исполнительного звена (подхватных вилл, например). Этой цели с достаточной точностью отвечает простейший кулисный механизм OAB с консолью BC (рис.4).

Траекторию  $y_C = f(x_C)$  исполнительный точки C обыкновенно получают в параметрической форме, где в качестве параметра фигурирует угол  $\phi$  поворота кривошипа OA.

Если ввести обозначения:

$$\left. \begin{aligned} l_2 = AB &= \sqrt{r^2 + l_0^2 - 2rl_0 \cos \phi} ; \\ l - l_2 = BC &= kl_2 = k \sqrt{r^2 + l_0^2 - 2rl_0 \cos \phi} ; \\ \beta &= \arcsin \frac{r \sin \phi}{l_2} = \arcsin \frac{r \sin \phi}{\sqrt{r^2 + l_0^2 - 2rl_0 \cos \phi}} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

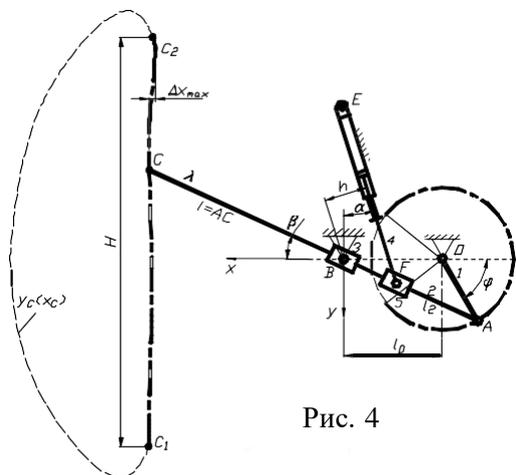


Рис. 4

где:  $l_2=AB$  – переменное расстояние от конца A кривошипа 1 до оси B вращения кулисы 3;

$r=OA$  – радиус кривошипа,  $l_0=OB$  — длина стойки,  $l=AC$  - длина стрелы 3 (в теории механизмов ее называют “кулисным камнем”);

$k$  - коэффициент консоли BC;

$\beta$  - угол наклона стрелы, получим в краткой записи следующие выражения для координат исполнительный точки:

$$x_C = kl_2 \cos \beta ; y_C = kl_2 \sin \beta . \quad (5)$$

Здесь объектом оптимизации служат параметры  $r$ ,  $l_0$  и  $k$ , а в качестве целевой функции назначено максимальное отклонение точки C от вертикали в

пределах заданной рабочей высоты  $H=C_1C_2$ :

$$\Delta x_{\max} = |x_{\max} - x_{\min}|. \quad (6)$$

Минимизация целевой функции (6) привела к погрешности  $\Delta x_{\max}$  искомой траектории, не превышающей 3-х процентов по отношению к высоте подъема  $H$ . Округленно параметры механизма приняли следующие значения: относительный радиус кривошипа -  $\lambda_r = r/H = 0.18$ ; относительная длина стойки -  $\lambda_0 = l_0/H = 0.24$ ; относительная длина стрелы -  $\lambda_l = l/H = 0.9$ . Помимо этого выявлен наибольший угловой ход первичного звена – кривошипа 1:  $\Phi = 280^\circ$ .

Динамические свойства рычажного погрузчика оценивались степенью неравномерности подъема на рабочем участке  $H$ :

$$\delta = v_{\max} / v_{\min}. \quad (7)$$

Показатель  $\delta$  одновременно характеризует энергетическую эффективность гидроцилиндра – приводной диады 4-5 с неподвижной стойкой (корпусом цилиндра). Оптимальное его положение, найденное методом случайного поиска, характеризуется двумя параметрами – относительным плечом  $\lambda_h = h/H = 0.1$  постоянной линии действия  $EF$  и углом ее наклона  $\alpha = 15^\circ$ . При этом силовые возможности гидроцилиндра используются на  $\delta = 92\%$ .

### 3. Механизм переменной структуры для перегрузочных операций.

Традиционные перегрузчики паралелограмного или крестового типа включают две гидравлические системы, предназначенные для выполнения этапов подъема кузова и его поворота в положение разгрузки.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

С целью упразднить систему поворота выполнен синтез одноприводной системы, основанный на объединении обоих этапов движения кузова в одну операцию, управляемую плунжером одного силового цилиндра.

Корпус 1 гидроцилиндра (рис.5) монтируется шарнирно к остову 0 полуприцепа (подобно цилиндру подъема), а конечный плунжер 2 - непосредственно к кузову 5 (подобно плунжеру цилиндра поворота).

Горизонтальное положение кузова на этапе подъема поддерживается параллельно установленными коромыслами одинаковой длины – одним передним 3 и парой задних 4.

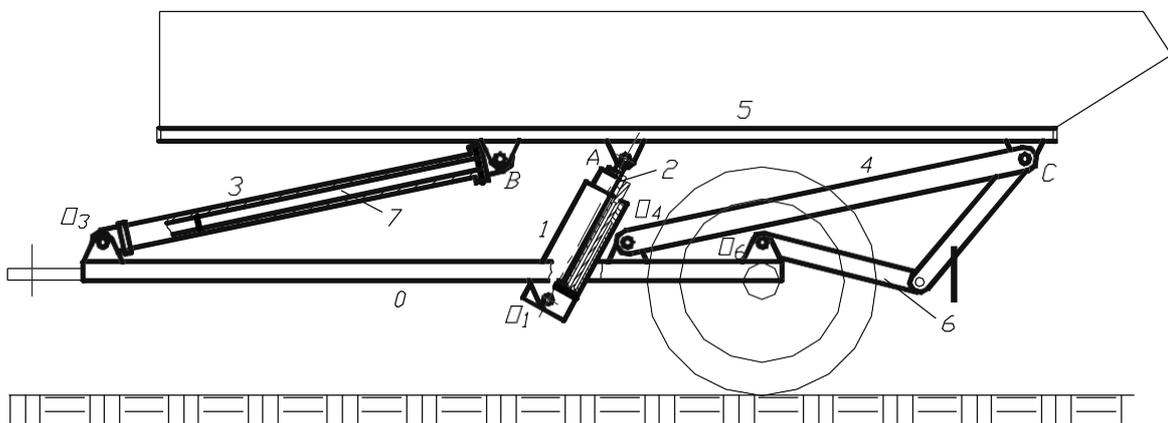


Рис. 5.

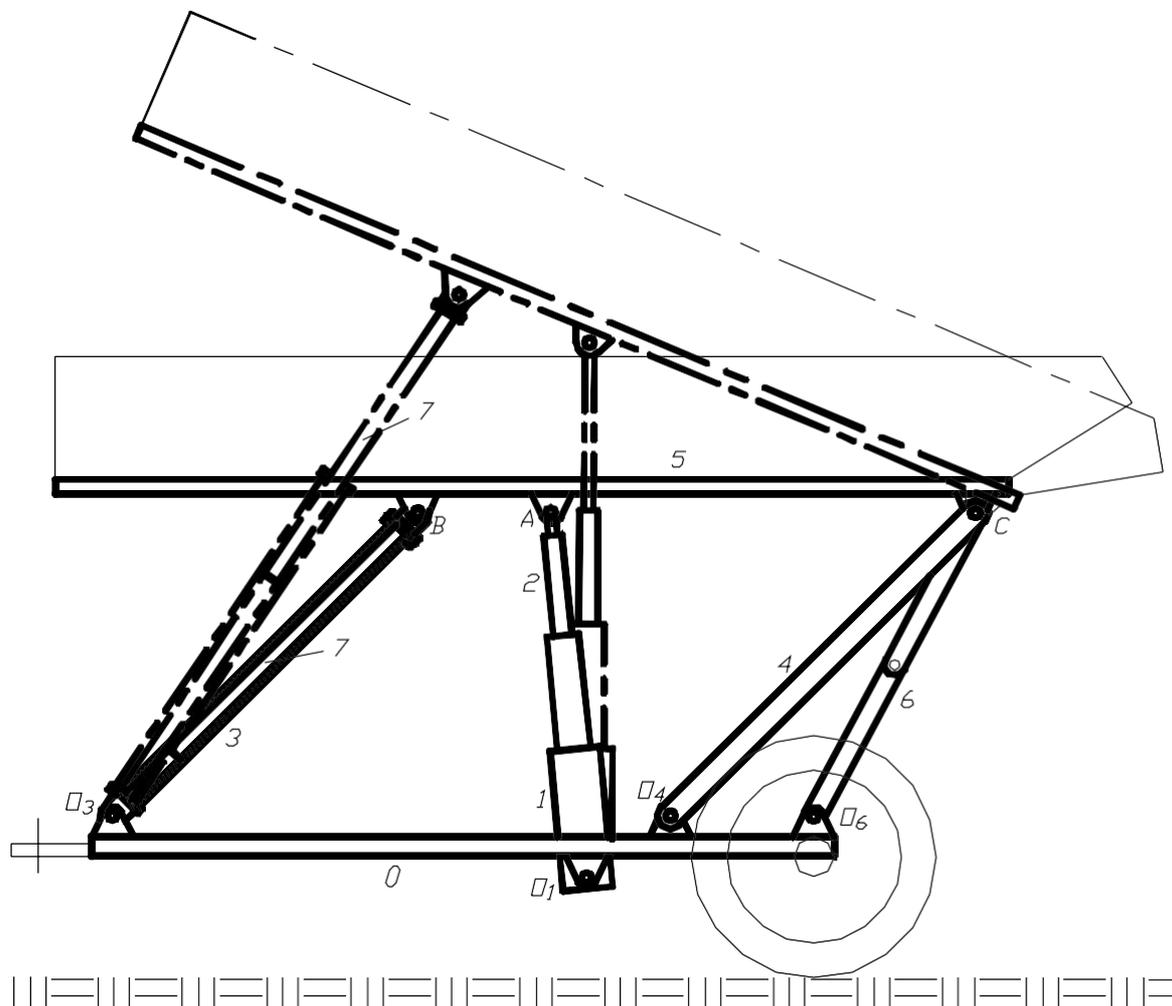


Рис. 6.

Переднее коромысло выполнено раздвижным, однако на этом этапе оно сжато весом кузова и поднимаемого груза.

Между остовом и кузовом предусмотрен ограничитель подъема 6. Он может принимать разнообразные конструктивные воплощения с регулированием поступательной части процесса. Здесь ограничитель изображен в виде растяжки из пары складывающихся тяг.

В момент когда растяжка 6 выпрямляется (рис.6) и принимает нагрузку, кузов 5 под действием плунжера 2 начинает вращаться относительно точки С пересечения линий О4С звена 4 и О6С растяжки 6. Телескопическая пара 3-7 при этом не оказывает влияния на форму и динамику движения кузова.

С переключением силового цилиндра на отвод масла плунжер вдавливается в корпус 1 цилиндра под тяжестью кузова 5, понижая его наклон, а после смыкания телескопического (переднего) коромысла 3 кузов принимает горизонтальное положение. Далее система складывается по параллелограмной схеме.

Представленный механизм переменной структуры должен удовлетворять определенным силовым критериям; именно, на всем этапе поступательного движения переднее звено 3 должно быть сжато, а на всем этапе поворота ограничитель подъема (трос) должен быть растянут.

## ВЫВОДЫ

Перегрузчик оснащенный одним механизмом переменной структуры, позволяет упростить наполовину гидропривод и в значительной мере его металлоемкость.

Синтез перегрузочного механизма основан на строгой картине распределения опорных реакций: при подъеме-опускании кузова это положительные реакции в звеньях 2 и 3 (сжатие) и

отрицательная реакция в звене 4 (растяжение), а при его вращении - положительные реакции в звеньях 2 и 4 (сжатие) и отрицательная реакция в звене 6 (растяжение).

### **БИБЛИОГРАФИЯ**

1. Энциклопедия виноградарства. – Люблина. Младинская книга, 1986. – Т.2. – 427с.
2. А.с. 369029 СССР, М.Кл. В 60 Р 1/34. Самоходное шасси с перегрузочной платформой/ Л.М.Фролов и др.(СССР). – N1425060/30/15, Заяв. 02.04.70: Оpubл. 08.02.73, Бюл. 32.
3. А.с. 1131699 СССР, МКИ В 60 Р 1/34. Саморазгружающееся транспортное средство/А.А.Глузман и др. (СССР), -N324859/27-11: Заявл. 19.02.81: Оpubл. 30.12.84. Бюл. 48.
4. А.с. 1342774 СССР, МКИ В 60 Р 1/34, В 66 Р 7/22. Саморазгружающееся транспортное средство/ А.И.Жигинидр.(СССР), -N4086020/30-11: Заявл. 29.05.86: Оpubл. 07.10.87, Бюл. 37.
5. Артоболевский И.И. Механизмы в современной технике. Т.1. Элементы механизмов. Простейшие рычажные и шарнирно-рычажные механизмы: Справ. пособие для инженеров, конструкторов и изобретателей. 2-е изд. перераб., М: Наука, 1979, 447с.

Data prezentării articolului – **14.09.2010**