

# **РАЗРАБОТКА ПОДЪЕМНО-НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ**

**А. М. Минченко**

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

Научный руководитель В. Б. Попов

Энергосредство предназначено для выполнения работ в составе кормоуборочного, зерноуборочного, свеклоуборочного комплексов, а также в агрегате с широкозахватными косилками-плющилками и другими сельскохозяйственными машинами, преимущественно с ротационными активными рабочими органами, агрегатирование с которыми согласовано.

Полноприводное универсальное энергосредство УЭС-290/450 «ПАЛЕССЕ 450» эффективно выполняет сельскохозяйственные работы в агрегате с быстро заменяе-

мыми навесными и прицепными машинами с помощью подъемно-навесных устройств (ПНУ).

ПНУ являются составной частью таких сложных технических объектов, как мобильные сельскохозяйственные агрегаты (МСХА). Они предназначены для связи мобильных энергоносителей (тракторов, универсальных энергосредств) с навесными машинами и орудиями. В машинном агрегате, состоящем из ПНУ и навесной машины, ПНУ в свою очередь состоит из гидропривода и механизма навески. Механизм навески (МН) является основным структурным компонентом ПНУ, определяющим характер взаимодействия рамы мобильного энергосредства с навесной машиной (орудием).

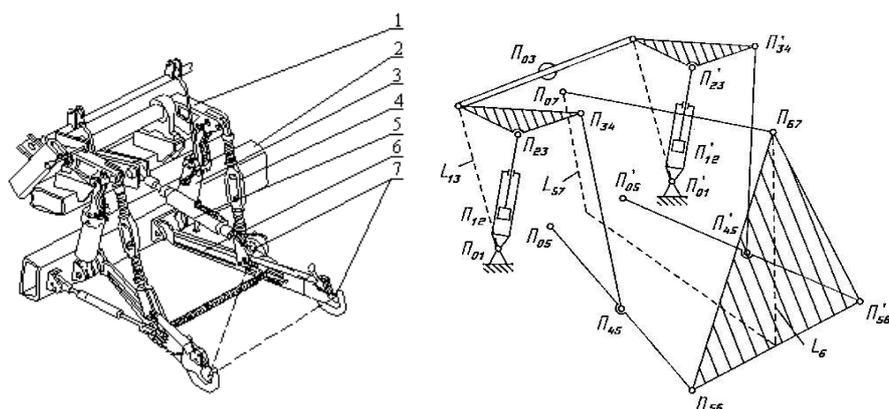


Рис. 1. Механизм навески универсального энергосредства «Полесье-290/450» и его пространственная структурная схема:  
 1 – поворотный рычаг; 2 – рама энергосредства; 3 – гидроцилиндр;  
 4 – раскос; 5 – верхняя (центральная) тяга; 6 – нижняя тяга;  
 7 – шарниры присоединительного треугольника

Механизм навески представляет собой пространственный рычажный механизм (рис. 1). Звенья МН, опирающиеся на раму мобильного энергосредства, принимаемую за неподвижное звено – стойку 2 и связанные через шарниры присоединительного треугольника 7 с навесной машиной, принимаемой за подвижное звено –  $L_6$ , образуют все вместе замкнутую кинематическую цепь. Такая структура механизма навески характерна для большинства мобильных энергосредств как отечественного, так и зарубежного производства. Рассматриваемый МН относится к механизмам с заданным относительным движением подвижных звеньев, которые, помимо сельскохозяйственных, достаточно широко применяются в землеройных, грузоподъемных и дорожных машинах.

Структурная схема гидропривода, используемого для подъема и опускания различных навесных машин приведена на рис. 2. Гидропривод работает следующим образом: приводимый от ДВС гидронасос 1, нагнетает рабочую жидкость через напорную магистраль к гидрораспределителю (ГР) 3 и при его включенной правой секции далее в поршневую полость гидроцилиндра (ГЦ) 5, одновременно являющегося входным звеном МН. Давление в этой полости определяется приведенной к штоку поршня нагрузкой, передаваемой от навесной машины через звенья МН и направленной противоположно выдвигающемуся штоку. Включение левой секции ГР обеспечивает движение штока внутрь гильзы ГЦ. Нейтральное положение ГР характеризуется сливом рабочей жидкости через регулируемый дроссель 7, затем через фильтр 8 и в бак 9.

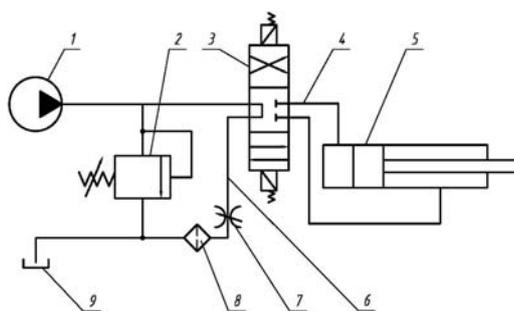


Рис. 2. Схема гидропривода подъемно-навесного устройства:  
 1 – насос шестеренный; 2 – клапан предохранительный; 3 – гидрораспределитель;  
 4 – напорная магистраль гидропривода; 5 – гидроцилиндр; 6 – сливная магистраль;  
 7 – регулируемый дроссель; 8 – фильтр; 9 – бак

Механизм навески представляет собой пространственный шарнирно-рычажный механизм (рис. 3). МН является основным структурным компонентом ПНУ, определяющим характер взаимодействия рамы мобильного энергосредства с навесной машиной (орудием). В проекции на продольную плоскость симметрии машинного агрегата пространственный МН преобразуется в его плоский аналог.

Характерными особенностями новых ПНУ УЭС являются:

- усложнение структуры переднего ПНУ;
- наращивание функций, выполняемых гидроприводом ПНУ;
- усложнение конструкции заднего ПНУ;
- перераспределение характера изменения выходных параметров гидропривода и механизма навески ПНУ.

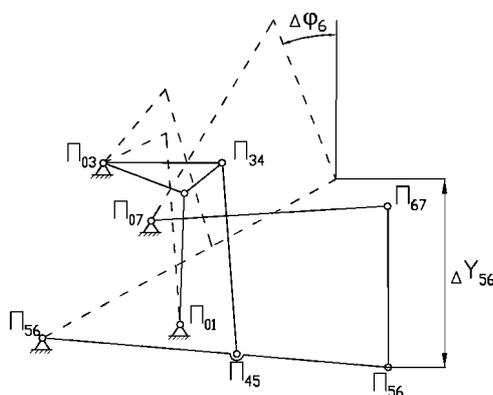


Рис. 3. Плоский аналог механизма навески УЭС-290/450 «ПАЛЕССЕ U450»  
 (изображен перевод рабочего орудия в транспортное положение)

В данной работе были произведены расчеты для определения кинематических, геометрических и силовых выходных параметров механизма навески:

$$W = 3n - 2p_5 - p_4.$$

В первую очередь определяем центр тяжести навески:

$$X_{S6} = X_{56} + L_{S6} \cos(\varphi_6 + \varphi_{S6});$$

$$Y_{S6} = Y_{56} + L_{S6} \sin(\varphi_6 + \varphi_{S6}).$$

Для определения потерь на трении необходимо определить реакции в опорах и аналог угловой скорости поворотного рычага:

$$\varphi_3' = \frac{2S}{\sqrt{4L_{13}^2 L_3^2 - [S^2 - L_{13}^2 - L_3^2]^2}};$$

Передаточные отношения в звеньях:

$$U_{53} = \frac{L_{34} \sin(\varphi_{34} - \varphi_4)}{L_5 \sin(\varphi_5 - \varphi_4)}; \quad U_{65} = \frac{L_{56} \sin(\varphi_5 - \varphi_7)}{L_6 \sin(\varphi_7 - \varphi_6)}.$$

Передаточные числа на оси подвеса П6:

$$I_{56} = \varphi_3' \cdot U_{53} \cdot L_{56} \cdot \cos \varphi_5;$$

аналог угловой скорости поворотного рычага:

$$\varphi_5' = \varphi_3' \cdot U_{53}; \quad \varphi_6' = \varphi_3' \cdot U_{53} U_{65}.$$

Передаточные числа в центре тяжести S6:

$$I_S = \varphi_3' U_{53} [L_{56} \cos \varphi_5 + U_{65} L_{S6} \cos(\varphi_6 + \varphi_{S6})].$$

Грузоподъемность на оси подвеса

$$G_s = \frac{p_2^{\max} \cdot F_c - [F_{ин}^{np}(S) + F_{тр}^{np}(S)]}{I_s^{\max}(S)}.$$

Приведенная методика определения грузоподъемности позволяет оценить возможность агрегатирования в энергетическом аспекте любого навесного рабочего орудия или машины с любой другой моделью мобильного энергетического средства, имеющего идентичное по структуре ПНУ. Разработанная ФММ может быть использована в качестве базового модуля при параметрической оптимизации как данного, так и идентичных по структуре ПНУ на ранних стадиях их проектирования.

#### Литература

1. Артоболевский, И. И. Теория механизмов и машин / И. И. Артоболевский. – М. : Машиностроение, 1988. – С. 687.
2. Гуськов, В. В. Тракторы. Часть III. Конструирование и расчет / В. В. Гуськов. – Мн. : Выш. шк., 1981. – С. 383.
3. Попов, В. Б. Аналитические выражения кинематических передаточных функций механизмов навески энергоносителей / В. Б. Попов // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2000. – № 2. – С. 25–29.
4. Озол, О. Г. Теория механизмов и машин : пер. с латыш. / под ред. С. Н. Кожевникова. – М. : Наука, 1984. – С. 432.
5. Попов, В. Б. Математическое моделирование гидропривода подъемно-навесного устройства мобильного агрегата / В. Б. Попов, В. А. Довгяло // Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. В. И. Сенько – Гомель : БелГУТ, 2003. – Ч. 2. – С. 103–106.