

**Заключение.** Рассмотренные зависимости показывают, что угловые закономерности рассеянного ультразвукового излучения на клиновидных дефектах, близким по форме к трещинам, позволяют определить размер трещины, угол ее раскрытия, угол наклона трещины и ее местоположение по отношению к источнику и приемнику излучения. Отсутствие информации о длине трещины (вдоль оси OZ) обусловлено особенностями расчетного метода частичных областей, примененного выше. Для учета длины трещины по результатам рассеяния следует применять метод расчета на основе функций Грина [6].

### Литература

1. Труэл, Р. Ультразвуковые методы в физике твердого тела / Р. Труэл, Ч. Эльбаум, Б. Чик; Пер. с англ. под ред. Н.Г. Михайлова и В.В. Леманова. – М.: Мир, 1972. – 307 с.
2. Кайно, Г. Акустические волны. Устройства, визуализация и аналоговая обработка сигналов / Г. Кайно. – М.: Мир, 1990. – 652 с.
3. Шендеров, Е. Л. Излучение и рассеяние звука / Е. Л. Шендеров. – М.: Судостроение, 1989. – 301 с.
4. Keller, J. B. Geometrical theory of diffraction / J. B. Keller // J. Opt. Soc. Amer. – 1962. – V. 52. – P. 116–130.
5. Гринченко, В. Т. Рассеяние звука на конечных клиновидных объектах / В. Т. Гринченко, В. Т. Мацыпура // Акустичний вісник. – 2003. – Т. 6. – № 2. – С. 23–33.
6. Бусов, В. Л. Рассеяние ультразвуковых волн на микротрещинах в фрагментированных поликристаллах / В. Л. Бусов // Акустичний вісник. – 2007. – Т. 10. – № 3. – С. 19–24.

**А.М. Минченко (УО «ГГТУ им. П.О. Сухого», Гомель)**

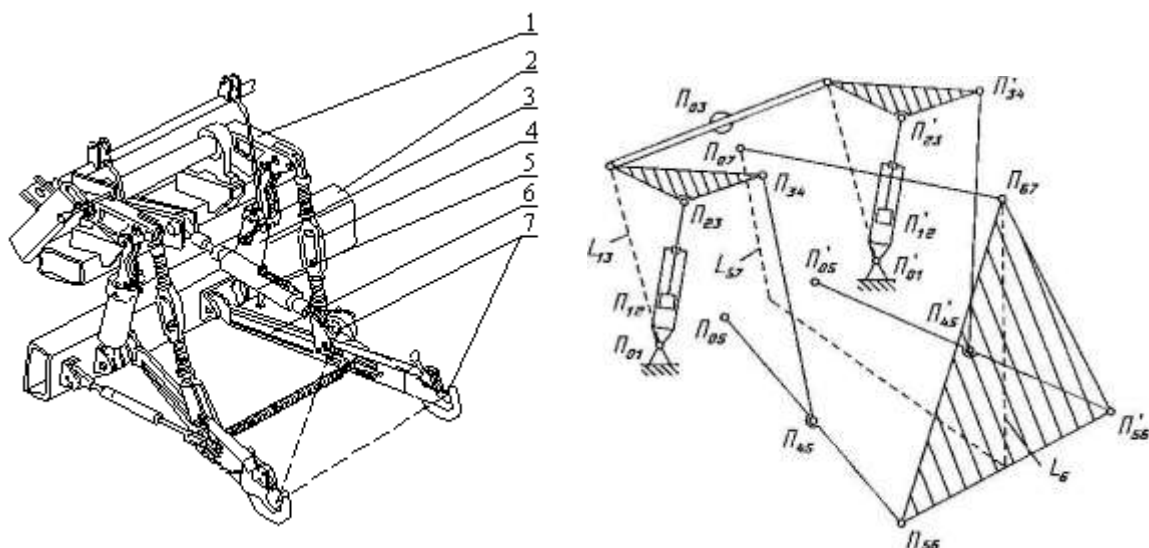
Науч. рук. **В.Б. Попов**, к.т.н., доцент

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДЪЕМНО-НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ**

Полноприводное универсальное энергосредство УЭС-290/450 «ПАЛЕССЕ 450» эффективно выполняет сельскохозяйственные работы в агрегате с быстро заменяемыми навесными и прицепными машинами с помощью подъемно-навесных устройств (ПНУ).

ПНУ являются составной частью таких сложных технических объектов, как мобильные сельскохозяйственные агрегаты (МСХА). Они пред-

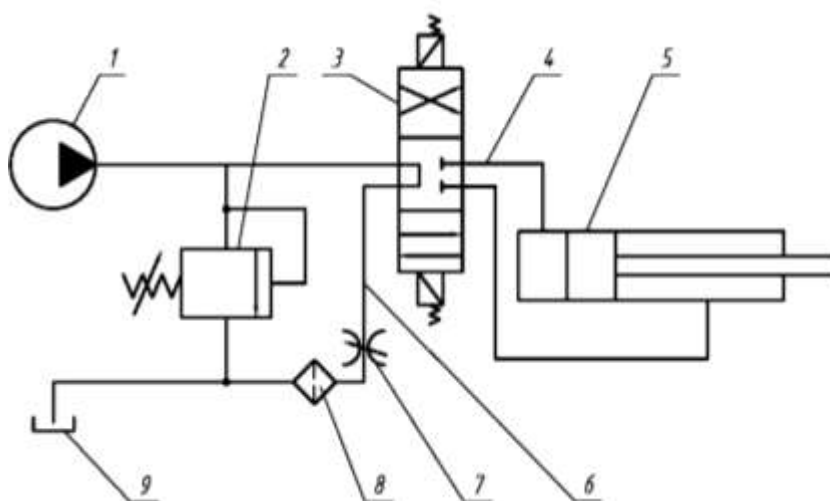
назначены для связи мобильных энергоносителей (тракторов, универсальных энергосредств) с навесными машинами и орудиями. В машинном агрегате, состоящем из ПНУ и навесной машины, ПНУ в свою очередь, состоит из гидропривода и механизма навески. МН является основным структурным компонентом ПНУ, определяющим характер взаимодействия рамы мобильного энергосредства с навесной машиной (орудием).



- 1 – поворотный рычаг; 2 – рама энергосредства; 3 – гидроцилиндр;  
 4 – раскос; 5 – верхняя (центральная) тяга; 6 – нижняя тяга;  
 7 – шарниры присоединительного треугольника

Рисунок 1 – Механизм навески универсального энергосредства «Полесье – 290/450» и его пространственная структурная схема

Механизм навески (МН) представляет собой пространственный рычажный механизм (рисунок 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.



- 1 – насос шестеренный; 2 – клапан предохранительный;  
 3 – гидрораспределитель; 4 – напорная магистраль гидропривода;  
 5 – гидроцилиндр; 6 – сливная магистраль;  
 7 – регулируемый дроссель; 8 – фильтр; 9 – бак

Рисунок 2 – Схема гидропривода подъемно-навесного устройства

Структурная схема гидропривода, используемого для подъема и опускания различных навесных машин приведена на рисунке 2. Гидропривод работает следующим образом: приводимый от ДВС гидронасос 1, нагнетает рабочую жидкость через напорную магистраль к гидрораспределителю (ГР) 3и, 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.

В проекции на продольную плоскость симметрии машинного агрегата пространственный МН преобразуется в его плоский аналог (рис.3).

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.

В данной работе было выполнено математическое моделирование для определения кинематических, геометрических и силовых выходных параметров механизма навески

В результате определяется центр тяжести рабочего орудия, поднимаемого МН

$$X_{S6} = X_{56} + L_{S6} \cdot \cos(\varphi_6 + \varphi_{S6}) \quad Y_{S6} = Y_{56} + L_{S6} \cdot \sin(\varphi_6 + \varphi_{S6})$$

Для определения механических потерь необходимо определить реакции в шарнирах, а также аналоги угловой скорости звеньев. Аналог угловой скорости поворотного рычага:

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

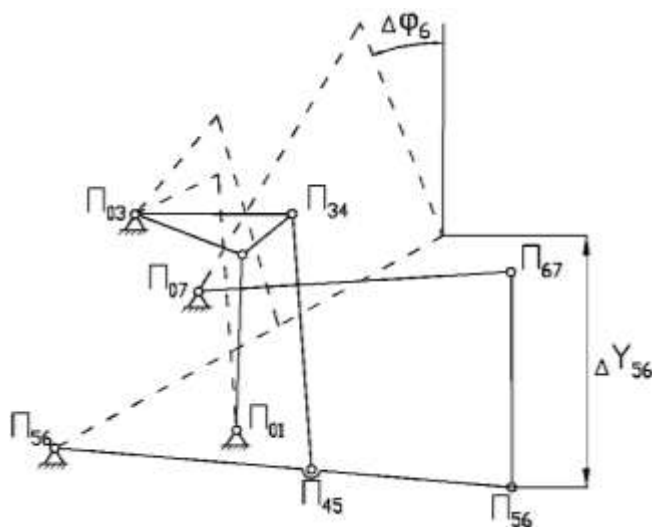


Рисунок 3 – Плоский аналог механизма навески УЭС-290/450 «ПАЛЕССЕ U450» (на рисунке изображен перевод рабочего орудия в транспортное положение)

Передаточные отношения в звеньях МН:

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

Передаточное число на оси подвеса:

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

Аналоги угловой скорости 5 и 6 звеньев определяются по выражениям:

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

Передаточное число в центре тяжести S6 рабочего орудия

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

Грузоподъемность для конкретного рабочего орудия:

$$G_s = \frac{P_2^{\max} \cdot F_c - [F_{ин}^{np}(S) + F_{тр}^{np}(S)]}{I_s^{\max}(S)}$$

Представленный в работе способ определения грузоподъемности позволяет оценить возможность агрегатирования в энергетическом аспекте любого навесного рабочего орудия или машины с любой другой моделью ПНУ МЭС, имеющее 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.: Вышэйш. шк. 1981. С. 383.
3. Попов, В. Б. Аналитические выражения кинематических передаточных функций механизмов навески энергоносителей / В. Б. Попов // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого – 2000. – № 2 – С. 25–29.

**О.В. Новикова (УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)**

Науч. рук. **Г.Ю. Тюменков**, к.ф.-м.н., доцент

### ГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПОТЕНЦИАЛОВ ГАЗОВ ДИТЕРИЧИ-II

В термодинамике при исследовании характеристик реальных газов широко используются полуэмпирические уравнения состояния [1]. Классическим примером такого уравнения считается уравнение Ван-дер-Ваальса. Но не менее интересным является второе уравнение Дитеричи [2]

$$\left( P + \frac{a}{V^{5/3}} \right) (V - b) = RT, \quad (1)$$

отличающееся от уравнения Ван-дер-Ваальса лишь степенью в поправке к давлению и имеющее ряд преимуществ в некоторых областях изменения термодинамических переменных, среди которых особое место занимают термодинамические потенциалы: внутренняя энергия  $U$ , свободная энергия  $F$ , энтальпия  $W$  и термодинамический потенциал Гиббса  $\Phi$ .