

ходной машины, что будет в итоге способствовать снижению затрат топлива на выполнение технологического процесса обработки почвы и повышению производительности.

Литература

1. Мисуно, О. И. Распределение тягового сопротивления почвообрабатывающей машины между модулями мобильного энергетического средства / О. И. Мисуно, Д. А. Жданко // Агропанарама. – 2023. – № 2 (155). – С. 2–6.
2. Экспериментальные исследования мобильного энергетического средства МЭС-330 «Авто-трактор» на пахоте / В. В. Адамчук [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства: вып. 51. – Минск : Беларус. навука, 2018. – С. 25–28.

ПОВЫШЕНИЕ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ ПНУ УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭНЕРГОСРЕДСТВА СЭУ-350

В. О. Литвинова

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

Научный руководитель В. Б. Попов

Уборочная техника проектируется с использованием математического моделирования на основе функциональных математических моделей функциональных математических моделей. Использование функциональных математических моделей позволяет получить рациональное решение, уменьшить при этом объем испытаний.

Ключевые слова: грузоподъемность, передаточное число, средство универсальное энергетическое, математическая модель, управляемость, функциональная математическая модель.

Появление на рынке ряда универсальных энергетических средств с приводной, а не тяговой, как у тракторов, концепцией, с набором сменных адаптеров для выполнения различных сельскохозяйственных работ. Одним из опытных проектов стала модель СЭУ-350 «Полесье-350», предназначенная для работы с уборочными сельскохозяйственными машинами и комбинированными агрегатами различного класса (рис. 1).

Цель работы – повысить грузоподъемность подъемно-навесного устройства (ПНУ) СЭУ-350 при одновременном соблюдении требований по управляемости.

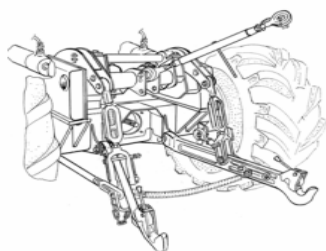


Рис. 1. Подъемно-навесное устройство СЭУ-350 «Полесье»

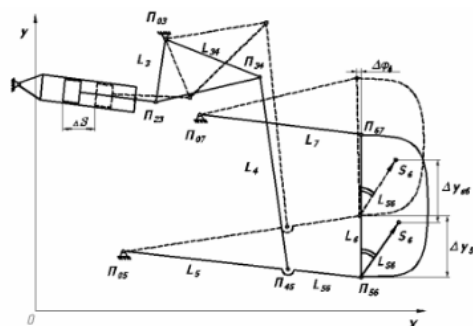


Рис. 2. Схема плоского аналога механизма навески (МН) СЭУ-350

Для определения грузоподъемности ПНУ используются процедуры геометрического и кинематического анализа. Геометрический анализ предполагает определение углов, образуемых звеньями механизма навески (МН) в правой декартовой системе координат и координат по-движных параметров, а также центра тяжести МН (рис. 2).

$$X_{56}(S) = X_{05} + L_{56} \cdot \cos(\varphi_5(S));$$

$$Y_{56}(S) = Y_{05} + L_{56} \cdot \sin(\varphi_5(S)).$$

Проверка

$$X_{67}(S) = X_{07} + L_7 \cdot \cos(\varphi_7(S));$$

$$X_{671}(S) = X_{56}(S) + L_6 \cdot \cos(\varphi_6(S));$$

$$Y_{67}(S) = Y_{07} + L_7 \cdot \sin(\varphi_7(S));$$

$$Y_{671}(S) = Y_{56}(S) + L_6 \cdot \sin(\varphi_6(S));$$

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

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

Результаты расчетов процедуры геометрического анализа представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты расчетов процедуры геометрического анализа

S =	X ₆₇ (S) =	Y ₆₇ (S) =	X _{S6} (S) =	Y _{S6} (S) =	X ₆₇₁ (S) =	Y ₆₇₁ (S) =
0.571	1.123	0.78	2.236	0.473	1.123	0.78
0.596	1.174	0.871	2.279	0.537	1.174	0.871
0.621	1.21	0.957	2.308	0.6	1.21	0.957
0.646	1.237	1.04	2.329	0.664	1.237	1.04
0.671	1.255	1.12	2.341	0.728	1.255	1.12
0.696	1.266	1.199	2.347	0.792	1.266	1.199
0.721	1.271	1.276	2.346	0.855	1.271	1.276
0.746	1.27	1.352	2.339	0.917	1.27	1.352
0.771	1.262	1.427	2.326	0.978	1.262	1.427
0.796	1.249	1.5	2.307	1.039	1.249	1.5
0.821	1.231	1.573	2.282	1.097	1.231	1.573

Процедура кинематического анализа состоит в определении аналогов угловых скоростей звеньев, их передаточных отношений и передаточных чисел МН ПНУ.

Например, аналог угловой скорости поворотного рычага определяется по выражению.

$$\varphi_3(S) = \frac{2S}{\sqrt{4 \cdot L_{13}^2 \cdot L_3^2 - [S^2 - (L_3^2 + L_{13}^2)]^2}}.$$

Передаточные отношения, характеризующие соотношение угловых скоростей звеньев, приведены ниже:

$$U_{53}(S) = \frac{L_{34} \cdot \sin(\varphi_{34}(S) - \varphi_4(S))}{L_5 \cdot \sin(\varphi_5(S) - \varphi_4(S))};$$

$$U_{63}(S) = U_{65}(S) \cdot U_{53}(S).$$

Определение основного передаточного числа МН [1]:

$$I_s(S) = I_m(S) + \varphi_6(S) L_{S6} \cdot \cos(\varphi_{S6} + \varphi_6(S)).$$

Определение передаточного числа МН на оси подвеса [1]:

$$I_m(S) = \varphi_5(S) L_{56} \cdot \cos(\varphi_5(S)).$$

Для проверки правильности кинематического анализа используем выражения для передаточных чисел МН, полученных другим способом [2]. В результате имеем:

$$I_{sp}(S) = \varphi_6(S)(X_{S6}(S) - X_p(S));$$

$$I_{mp}(S) = \varphi_6(S)(X_{56}(S) - X_p(S));$$

$$a(S) = (X_{05} - X_{56}(S))(Y_{67}(S)X_{07} - Y_{07} \cdot X_{67}(S));$$

$$X_p(S) = \frac{(Y_{56}(S)X_{05} - Y_{05} \cdot X_{56}(S))(X_{07} - X_{67}(S)) - a(S)}{(Y_{07} - Y_{67}(S))(X_{05} - X_{56}(S)) - (X_{07} - X_{67}(S))(Y_{05} - Y_{56}(S))}.$$

Результаты проверки кинематического анализа ПНУ СЭУ-350 приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты проверки кинематического анализа ПНУ СЭУ-350

$I_m(S) =$	$I_{mp}(S) =$	$I_s(S) =$	$I_{sp}(S) =$
3.795	3.795	2.516	2.516
3.522	3.522	2.548	2.548
3.366	3.366	2.557	2.557
3.264	3.264	2.555	2.555
3.19	3.19	2.547	2.547
3.133	3.133	2.531	2.531
3.085	3.085	2.508	2.508
3.04	3.04	2.477	2.477
2.996	2.996	2.434	2.434
2.95	2.95	2.378	2.378
2.9	2.9	2.305	2.305

Грузоподъемность ПНУ G_s определяется по выражению приведенному ниже:

$$G_s(S) = p_c \cdot \eta \frac{SS}{I_s(S)}$$

где p_c – максимальное давление в гидроцилиндрах ПНУ; η – общий КПД ПНУ; SS – площадь поршней двух гидроцилиндров.

Из этого следует, что характеристика грузоподъемности обратно пропорциональна передаточному числу МН, что проиллюстрировано на рис. 3.

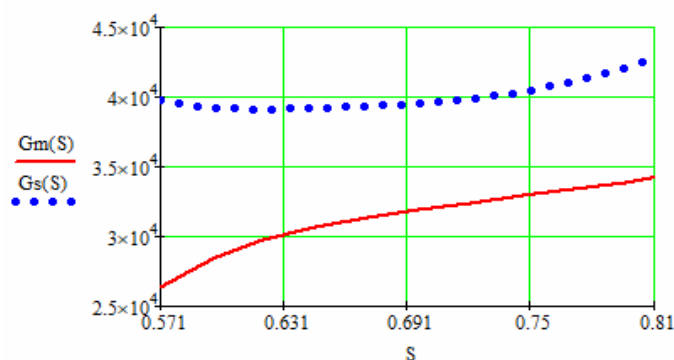


Рис. 3. График зависимости приведенной нагрузки, кН, от обобщенной координаты

Представленная на рис. 3 характеристика грузоподъемности на оси подвеса (сплошная красная линия) нужна для сравнения ПНУ различных универсальных средств.

Таким образом, используя процедуры геометрического и кинематического анализа ПНУ, мы имеем возможность рассчитывать грузоподъемность не только СЭУ-350, но и других мобильных энергетических средств.

Литература

1. Попов, В. Б. Расчет грузоподъемности подъемно-навесного устройства универсального энергетического средства третьего поколения / В. Б. Попов // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2012. – № 3. – С. 43–48.
2. 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.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО БУРЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

Н. О. Капинский

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

Научный руководитель П. П. Повжик

Приведены описания скважин Припятского прогиба с горизонтальным окончанием, проанализированы технология наклонно-горизонтального бурения и многостадийного