

# МАШИНОВИКОРИСТАННЯ В РОСЛИННИЦТВІ

УДК 629.4.075

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ РОЗГОНУ КОЛІСНОГО ТРАКТОРА FENDT 936 VARIO

**А. І. Бондаренко**, к.т.н., доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

*В статті визначено вплив законів зміни параметрів регулювання гідромашин гідрооб'ємної передачі, робочих об'ємів гідромоторів, законів зміни положення органу керування подачею палива на основні параметри трансмісії та буксування коліс трактора при змінній силі тяги на гаку та розгоні на тяговому діапазоні. Проведено порівняльний аналіз буксування коліс трактора Fendt 936 Vario з гідрооб'ємно-механічною трансмісією з трактором, що має еквівалентні параметри, але механічну трансмісію. Встановлено, яким чином впливає інтенсивність зміни параметрів регулювання гідромашин гідрооб'ємної передачі на буксування коліс, на перепад робочого тиску в гідрооб'ємній передачі, на необхідну потужність двигуна. В роботі також розглянуто та проаналізовано динаміку розгону трактора Fendt 936 Vario на транспортному діапазоні при різноманітних законах зміни параметрів регулювання гідромашин гідрооб'ємної передачі.*

**Ключові слова:** розгін, колісний трактор, гідрооб'ємно-механічна трансмісія, буксування, динаміка, тяговий режим.

**Постановка проблеми.** Підвищення ефективності роботи колісного трактора при виконанні технологічних операцій за рахунок зниження енергетичних втрат при буксуванні, вивчення впливу гідрооб'ємно-механічної трансмісії (ГОМТ) на процес буксування та дослідження динаміки процесу розгону тракторів з ГОМТ є актуальними питаннями і мають важливе практичне значення.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Питанням з розробки об'ємних гідромашин та гідрооб'ємних передач (ГОП), створення і дослідження ГОМТ для колісних та гусеничних тракторів, вантажних автомобілів, комбайнів, дорожньо-будівельних машин присвячені праці як вітчизняних, так і іноземних вчених [1 – 5], проте дослідженню динаміки розгону тракторів з ГОМТ увага практично не приділяється.

В роботах [6 – 7] авторами зроблена спроба дослідження розгону тракторів з ГОМТ, проте розглянуто закони зміни параметрів регулювання гідромашин ГОП, які в практиці практично не зустрічаються, крім того, майже не приділена увага дослідженню буксування коліс. З робіт не зрозуміло, яким чином змінюється буксування передніх та задніх коліс в процесі оранки.

**Мета і постановка завдання.** Метою даної роботи є дослідження особливостей процесу розгону колісного трактора Fendt 936 Vario при роботі як на тяговому, так і транспортному діапазоні. Для досягнення поставленої мети необхідно:

– визначити вплив законів зміни параметрів регулювання гідромашин ГОП, робочих об'ємів гідромоторів, законів зміни положення органу керування подачею палива на основні параметри трансмісії та буксування коліс трактора при змінній силі тяги на гаку та розгоні на тяговому діапазоні;

– провести порівняльний аналіз буксування коліс трактора Fendt 936 Vario з ГОМТ з тракто-

ром, що має еквівалентні параметри, але механічну трансмісію;

– встановити, яким чином впливає інтенсивність зміни параметрів регулювання гідромашин ГОП на буксування коліс, на перепад робочого тиску в ГОП, на необхідну потужність двигуна;

– розглянути та проаналізувати динаміку розгону трактора Fendt 936 Vario на транспортному діапазоні при різноманітних законах зміни параметрів регулювання гідромашин ГОП.

**Основний матеріал.** Перед тим, як досліджувати динаміку процесу розгону тракторів з ГОМТ, а також вплив робочих процесів у ГОМТ на процес буксування, розглянемо особливості процесу оранки трактором з ГОМТ (досліджувався трактор «Fendt 936 Vario» з плугом LemkenEuroDiamant 10, що має 9 корпусів, умови оранки – поле зі стернею кукурудзи (рис. 1)). Даний аналіз необхідний за для визначення достовірних початкових даних (зокрема, закону зміни сили тяги на гаку від часу) при моделюванні розгону трактора «Fendt 936 Vario», значення яких, в свою чергу, на пряму впливатиме на кінцеві результати досліджень.

В процесі оранки трактор має мінімальну швидкість руху – 5,5 км/год. Саме при цій швидкості відбувається заглиблення плугу, яке характеризується поступовим входом в ґрунт корпусів плугу. Повне заглиблення всіх корпусів на глибину 0,25 – 0,3 метри відбувається за 2 – 4 секунди. Після повного заглиблення за для виходу на значення більшого коефіцієнта корисної дії трансмісії швидкість трактора оператором-водієм збільшується до 8,0 км/год, при якій і відбувається подальша оранка. При під'їзді до краю поля швидкість руху трактора знижується до 5,5 км/год, здійснюється вигублення плугу з подальшим розворотом трактора та виходом на новий заїзд.

Хотілося б відмітити, що реальний процес оранки є окремим випадком і не дозволяє в пов-

ній мірі виявити взаємозв'язок між робочими процесами у ГОМТ та процесом буксування трактора

при розгоні. Саме тому в роботі будуть моделюватися різноманітні варіанти розгону трактора.



а)



б)



в)

Рис. 1. Процес оранки поля трактором «Fendt 936Vario»: а – розворот трактора; б – заглиблення плугу; в – оранка.

Для моделювання процесу розгону колісних тракторів та дослідження перехідних процесів в ГОМТ створена програмна реалізація, що розроблена в системі Matlab за допомогою підсистеми моделювання динамічних процесів Simulink (рис. 2), в яку закладено рівняння з робіт [8 – 9].

Програмна реалізація процесу розгону коліс-

ного трактора (рис.2) дозволяє моделювати рух переднім та заднім ходом, з причепом та без нього при різних кутах підйому дорожньої поверхні, різних трансмісіях (замінюється блок «математична модель ГОМТ»), різних двигунах (замінюється блок «математична модель двигуна»), з різною силою тяги на гаку і т.п.

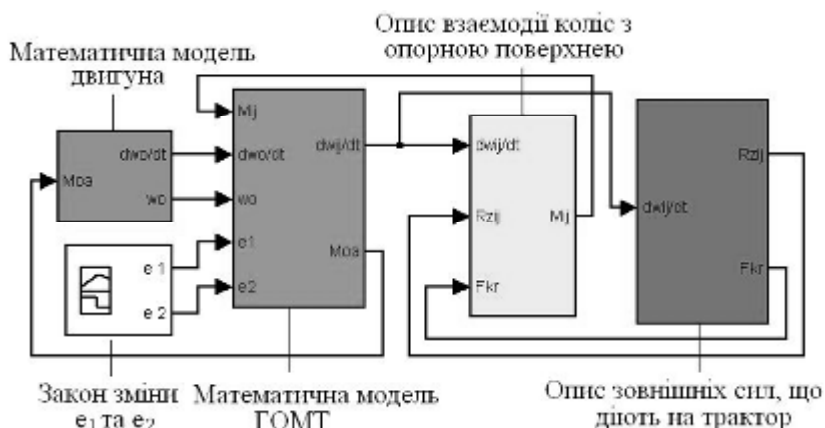


Рис. 2. Програмна реалізація процесу розгону трактора

Блок «закон змін  $e_1$  та  $e_2$ » дозволяє варіювати швидкістю руху трактора, часом розгону до заданої швидкості.

Розглядалися наступні варіанти розгону трактора на тяговому діапазоні (технологічна операція – оранка):

1. Подача палива максимальна ( $\epsilon_{max}=1$ ) [10],

зміна швидкості руху трактора від 0 км/год до 10 км/год відбувається за 10 секунд ( $t_{0...10}=10$ ), зміна швидкості відбувається за рахунок зміни параметрів регулювання гідромашин ГОП ( $e_1$ ,  $e_2$ ) за лінійним законом, ширина захвату плуга 3,15 метри ( $B=3,15$ ), глибина оранки 0,28 метри ( $h=0,28$ ), сила тяги на гаку змінюється за лінійним законом,

початок заглиблення плугу відбувається через 1 секунду після початку руху, повне заглиблення плугу відбувається за 2 секунди ( $t \in [1; 3]$ ) – варіант № 1.1, за 4 секунди ( $t \in [1; 5]$ ) – варіант № 1.2.

2.  $\varepsilon_{\max}=1$ ,  $t_{0...10}=15$  секунд, зміна  $e_1$ ,  $e_2$  відбувається за лінійним законом,  $B=3,15$  метри,  $h=0,28$  метри, сила тяги на гаку змінюється за лінійним законом, початок заглиблення плугу відбувається через 1 секунду після початку руху, повне заглиблення плугу відбувається за 2 секунди ( $t \in [1; 3]$ ) – варіант № 2.1, за 4 секунди ( $t \in [1; 5]$ ) – варіант № 2.2.

3. Подача палива змінюється за лінійним законом від мінімально можливої ( $\varepsilon_{\min}=0,465$ ) до максимальної ( $\varepsilon_{\max}=1$ ) за 5 секунд ( $t \in (0; 5]$ ),  $t_{0...10}=10$  секунд, зміна  $e_1$ ,  $e_2$  відбувається за лінійним законом,  $B=3,15$  метри,  $h=0,28$  метри, сила тяги на гаку змінюється за лінійним законом, початок заглиблення плугу відбувається через 1 секунду після початку руху, повне заглиблення плугу відбувається за 2 секунди ( $t \in [1; 3]$ ) – варіант № 3.1, за 4 секунди ( $t \in [1; 5]$ ) – варіант № 3.2.

4. Подача палива змінюється за лінійним за-

коном  $\varepsilon_r \in [0,465; 1]$  за  $t \in (0; 5]$ ,  $t_{0...10}=15$  секунд, зміна  $e_1$ ,  $e_2$  відбувається за лінійним законом,  $B=3,15$  метри,  $h=0,28$  метри, сила тяги на гаку змінюється за лінійним законом, початок заглиблення плугу відбувається через 1 секунду після початку руху, повне заглиблення плугу відбувається за 2 секунди ( $t \in [1; 3]$ ) – варіант № 4.1, за 4 секунди ( $t \in [1; 5]$ ) – варіант № 4.2.

5.  $\varepsilon_{\max}=1$ ,  $t_{r0...5,5} = 3$  секунди,  $t_{r0...8}=10$  секунд, зміна  $e_1$ ,  $e_2$  відбувається за лінійним законом,  $B=3,15$  метри,  $h=0,28$  метри, сила тяги на гаку змінюється за лінійним законом, початок заглиблення плугу відбувається після досягнення трактором швидкості 5,5 км/год, повне заглиблення плугу відбувається за 4 секунди ( $t \in [3; 7]$ ) – варіант № 5.

Результати моделювання розгону трактора «Fendt 936 Vario» масою 13300 кг на тяговому діапазоні руху (технологічна операція – оранка) при різних законах зміни  $\varepsilon_r(t)$ ,  $e_1(t)$ ,  $e_2(t)$  та різноманітних робочих об'ємах гідромоторів  $Q_m$  (від 160 до 350 см<sup>3</sup>) для варіанту розгону № 5 наведені на рис. 3 – 7, максимальні значення параметрів, що досліджуються, по всіх варіантах розгону зведено до табл. 1.

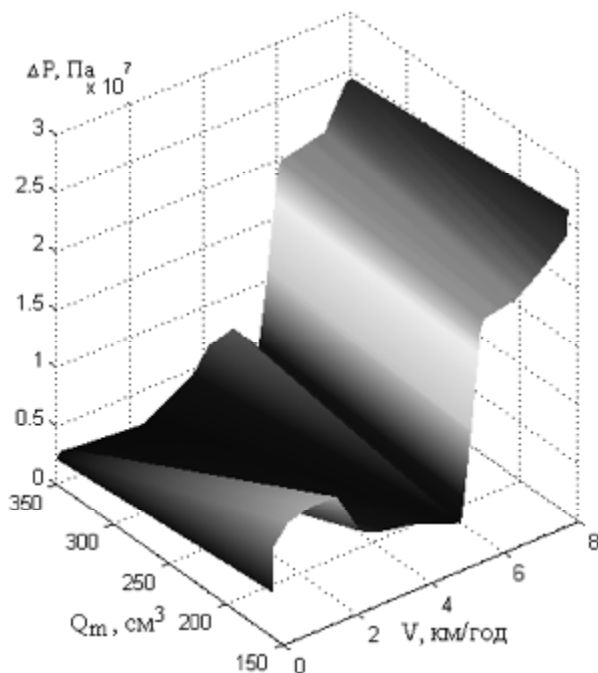


Рис. 3. Поверхня перепаду робочого тиску в ГОП  $\Delta P$  в координатах робочих об'ємів гідромоторів  $Q_m$  та швидкості трактора «Fendt 936 Vario»  $V$  (варіант розгону № 5)

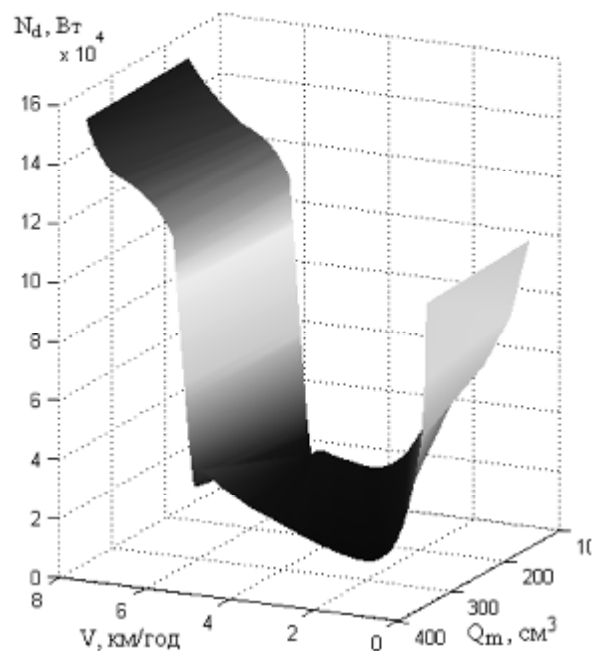


Рис. 4. Поверхня потужності двигуна  $N_d$  в координатах робочих об'ємів гідромоторів  $Q_m$  та швидкості трактора «Fendt 936 Vario»  $V$  (варіант розгону № 5)

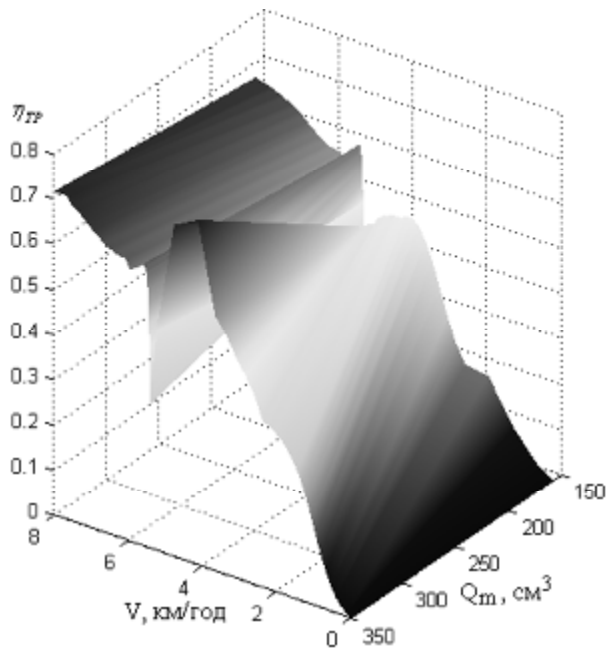


Рис. 5. Поверхня коефіцієнта корисної дії трансмісії  $\eta_{тр}$  в координатах робочих об'ємів гідромоторів  $Q_m$  та швидкості трактора «Fendt 936 Vario»  $V$  (варіант розгону № 5)

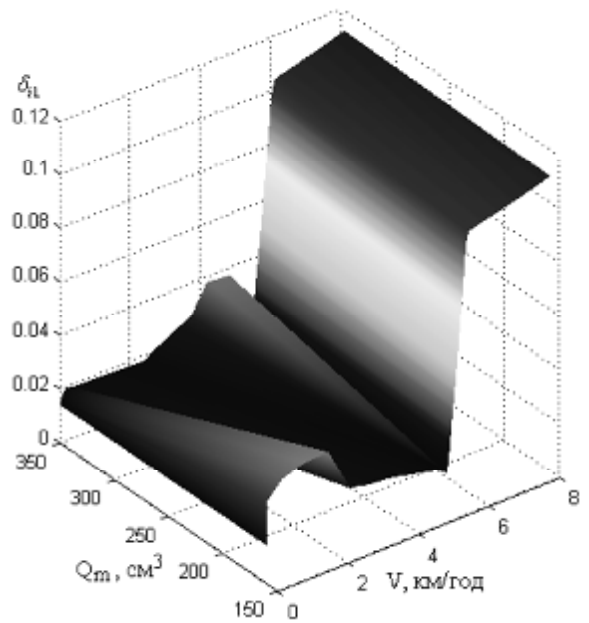


Рис. 6. Поверхня буксування передніх коліс  $\delta_1$  в координатах робочих об'ємів гідромоторів  $Q_m$  та швидкості трактора «Fendt 936 Vario»  $V$  (варіант розгону № 5)

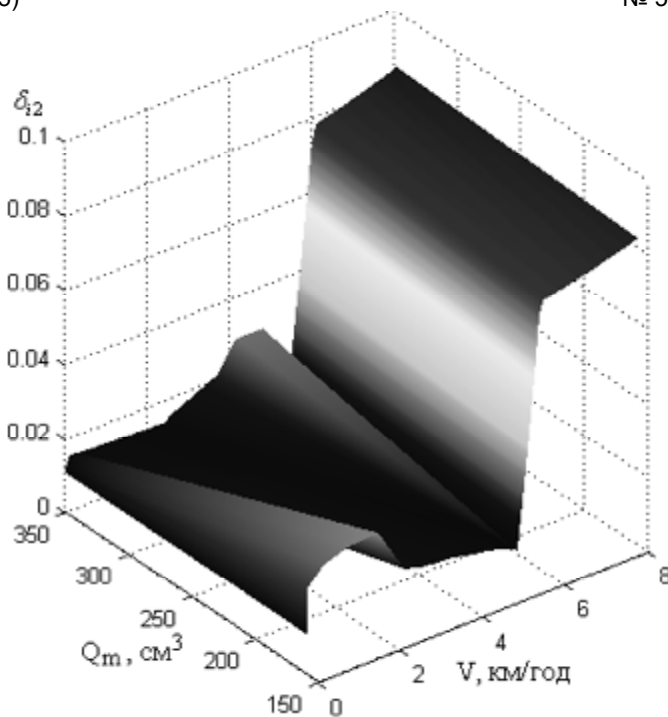


Рис. 7. Поверхня буксування задніх коліс  $\delta_2$  в координатах робочих об'ємів гідромоторів  $Q_m$  та швидкості трактора «Fendt 936 Vario»  $V$  (варіант розгону № 5)

Зміна буксування коліс трактора, аналогічного за параметрами «Fendt 936 Vario», але з механічною трансмісією, при  $\epsilon_{max}=1$ ,  $t_{0...10}=15$  секунд,  $B=3,15$  метри,  $h=0,28$  метри, з силою тяги на гаку  $F_{kr}$ , що змінюється за лінійним законом, початок заглиблення плугу відбувається через 1 секунду після початку руху, повне заглиблення плугу відбувається за 2 секунди ( $t \in [1; 3]$ ), наведена на рис. 8.

Моделювання розгону за 50 секунд та 200 секунд трактора «Fendt 936 Vario» на транспортному та тяговому діапазонах руху при коефіцієнті опору коченню  $f=0,05$  відбувалось без урахування буксування в зв'язку з тим, що цей параметр не суттєво впливає на параметри ГОМТ і динаміку розгону трактора. Результати дослідження наведено в висновках.

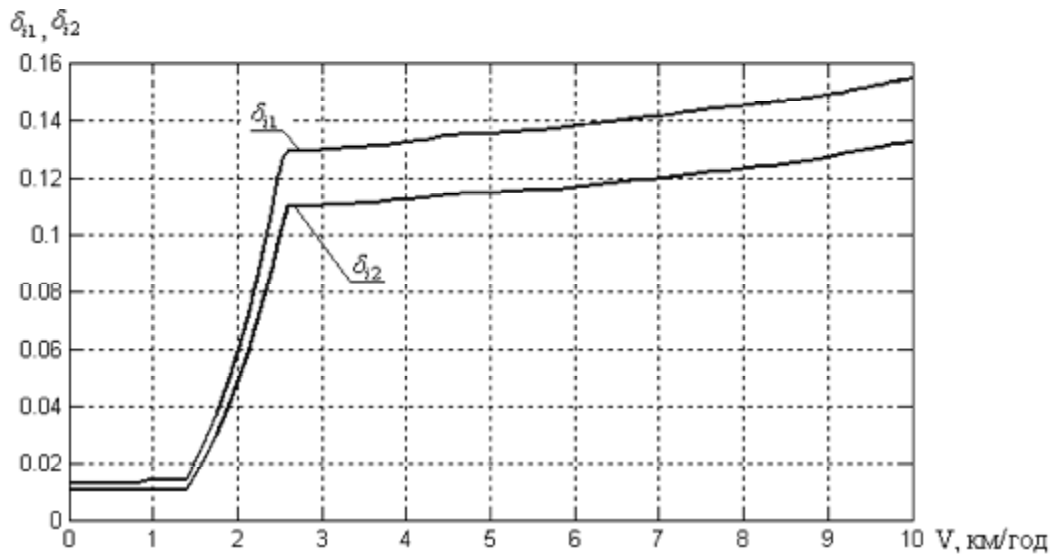


Рис. 8. Зміна буксування колістрактора, аналогічного за параметрами «Fendt 936 Varіо», але з механічною трансмісією, від швидкості

Таблиця 1.  
Зміна досліджуваних параметрів при різноманітних варіантах розгону трактора «Fendt 936 Varіо» на тяговому діапазоні руху (технологічна операція – оранка)

$Q_m, \text{см}^3$	$\Delta P_{\text{max}}, \text{МПа}$	$N_{d\text{max}}, \text{кВт}$	$\eta_{TP\text{max}}$	$\delta_{1\text{max}}$	$\delta_{2\text{max}}$
1	2	3	4	5	6
Варіант розгону № 1.1					
160	39,7	195,6	0,731	0,126	0,106
250	37,3	195,0	0,741	0,130	0,109
350	36,6	194,6	0,789	0,136	0,113
Варіант розгону № 1.2					
160	39,7	195,6	0,735	0,126	0,106
250	37,3	195,0	0,744	0,130	0,109
350	36,6	194,6	0,789	0,136	0,113
Варіант розгону № 2.1					
160	37,5	195,2	0,705	0,122	0,102
250	36,2	194,4	0,721	0,125	0,106
350	35,4	194,3	0,747	0,129	0,109
Варіант розгону № 2.2					
160	37,5	195,2	0,708	0,122	0,102
250	36,2	194,4	0,722	0,125	0,106
350	35,4	194,3	0,748	0,129	0,109
Варіант розгону № 3.1					
160	38,7	195,0	0,730	0,127	0,107
250	37,3	193,7	0,762	0,132	0,110
350	36,7	193,4	0,794	0,137	0,114
Варіант розгону № 3.2					
160	38,7	195,0	0,740	0,127	0,107
250	37,3	193,7	0,779	0,132	0,110
350	36,0	193,4	0,807	0,137	0,114
Варіант розгону № 4.1					
160	37,6	194,4	0,721	0,124	0,104
1	2	3	4	5	6
250	37,0	193,3	0,762	0,128	0,108
350	35,6	193,0	0,781	0,132	0,110
Варіант розгону № 4.2					
160	36,8	194,4	0,725	0,124	0,104
250	35,9	193,3	0,746	0,128	0,108
350	35,2	193,0	0,770	0,132	0,110
Варіант розгону № 5					
160	26,0	150,9	0,663	0,110	0,082
250	25,6	150,0	0,690	0,111	0,083
350	24,2	149,7	0,713	0,112	0,084

### **Висновки:**

1. В результаті моделювання розгону трактора «Fendt 936Vario» на тяговому діапазоні руху(технологічна операція – оранка) було встановлено:

– при використанні регульованих гідромоторів максимальним об'ємом  $350 \text{ см}^3$  замість  $160 \text{ см}^3$  спостерігається, в залежності від законів зміни  $\varepsilon_r(t), e_1(t), e_2(t), F_{kr}(t)$ : зниження  $\Delta P_{\max}$  на 4,34 – 7,81%,  $N_{d\max}$  на 0,46 – 0,82%; підвищення  $\eta_{TP\max}$  на 5,64 – 9,05%, буксування передніх коліс  $\delta_{r1\max}$  на 1,82 – 7,93%, буксування задніх коліс  $\delta_{r2\max}$  на 2,44 – 6,86%;

– при застосуванні законів зміни параметрів регулювання гідромашин ГОП  $e_1(t), e_2(t)$ , які забезпечують розгін до швидкості 10 км/год за 15 секунд замість законів, при яких розгін до вище згаданої швидкості відбувається за 10 секунд спостерігається, в залежності від максимальних об'ємів гідромоторів, законів зміни сили тяги на гаку  $F_{kr}(t)$  та законів подачі палива  $\varepsilon_r(t)$ : зниження  $\Delta P_{\max}$  на 0,80 – 5,54%,  $N_{d\max}$  на 0,15 – 0,31%,  $\eta_{TP\max}$  на 0 – 5,32%, буксування передніх коліс  $\delta_{r1\max}$  на 2,36 – 5,14%, буксування задніх коліс  $\delta_{r2\max}$  на 1,82 – 3,54%;

– використання ГОМТ замість механічної трансмісії при певних законах зміни параметрів регулювання  $e_1(t), e_2(t)$  призводить до зниження буксування коліс. Чим менше інтенсивність зміни параметрів регулювання  $e_1(t), e_2(t)$ , тим менше буксування.

2. В результаті моделювання розгону трактора «Fendt 936 Vario» на тяговому діапазоні руху при  $f=0,05$  та застосуванні законів зміни параметрів регулювання  $e_1(t), e_2(t)$ , при яких розгін відбувався за 200 секунд, замість 50 секунд спостерігається зниження  $\Delta P_{\max}$  на 31,80%,  $N_{d\max}$  на 31,30%,  $\eta_{TP\max}$  на 6,00%.

3. В результаті моделювання розгону трактора «Fendt 936 Vario» на транспортному діапазоні руху при  $f=0,05$  та застосуванні законів зміни параметрів  $e_1(t), e_2(t)$ , при яких розгін відбувався за 200 секунд, замість 50 секунд спостерігається зниження  $\Delta P_{\max}$  на 23,10%,  $N_{d\max}$  на 3,20%,  $\eta_{TP\max}$  на 1,02%.

4. Підвищення інтенсивності зміни параметрів регулювання гідромашин ГОП призводить до збільшення: буксування коліс при оранці, перепаду робочого тиску в ГОП та необхідної потужності двигуна за рахунок збільшення дії сили опору прискоренню трактора не залежно від діапазону та швидкостей руху. Збільшення буксування коліс трактора супроводжується підвищенням перепаду робочого тиску в ГОП, а також збільшенням необхідної потужності двигуна.

5. Розрахунково-теоретичним шляхом підтверджена гіпотеза, що однією з переваг ГОМТ є забезпечення меншого буксування, ніж при ступінчастих трансмісіях на аналогічних режимах роботи. Чим менше інтенсивність зміни параметрів регулювання гідромашин ГОП, тим яскравіше проявляється різниця в значенні буксування.

### **Список використаної літератури:**

1. Рогов А.В. Развитие методов расчета систем «двигатель – трансмиссия» автомобилей и тракторов: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.02 «Автомобілі та трактори» / Рогов Андрей Владимирович. – Харків, 2006. – 168 с.
2. Петров В.Г. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин / В.Г. Петров. – М.: Машиностроение, 1988. – 248 с.
3. Karl Th. Renius, Rainer Resch Continuously Variable Tractor Transmissions //Agricultural Equipment Technology Conference, 14-16 February 2005 / ASAE – The Society for Engineering in Agricultural, Food, and Biological, Systems. – Louisville, Kentucky, 2005. – С. 35.
4. Бурылга М.Б. Универсализация математических моделей гидрообъемных передач, работающих в составе двухпоточных бесступенчатых трансмиссий / М.Б. Булыга //Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. – №5/5 (35). – С. 4 – 7.
5. Трансмиссии шахтных дизелевозов: Монография / И.А. Таран. – Днепропетровск: изд-во НГУ, 2012. – 256 с.
6. Самородов В.Б. Результаты моделювання процесу розгону трактора Fendt 939 Vario / В.Б. Самородов, А.І. Бондаренко // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2013. – № 1/1 (9). – С. 5 – 10.
7. Самородов В.Б. Результаты моделювання процесу розгону трактора-аналога «Беларус 3022 ДВ» з гідрооб'ємно-механічною трансмісією/ В.Б. Самородов, А.І. Бондаренко // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2013. – № 2/1 (10). – С. 11 – 15.
8. Самородов В.Б. Динаміка процесу розгону колісних тракторів серії Fendt 900 Vario / В.Б. Самородов, А.І. Бондаренко // Східно-Європейський журнал передових технологій. Серія: Системи керування. – 2013. – № 1/3 (61). – С. 4 – 11.
9. Самородов В.Б. Динаміка процесу розгону колісного трактора-аналога «Беларус 3022 ДВ» з гідрооб'ємно-механічною трансмісією / В.Б. Самородов, А.І. Бондаренко // Східно-Європейський журнал передових технологій. Серія: Прикладна механіка. – 2012. – № 6/7 (60). – С. 15 – 19.
10. Ребров А.Ю. Математическая модель дизельного двигателя в безразмерных величинах с учетом его загрузки и подачи топлива / А.Ю. Ребров, Т.А. Коробка, С.В. Лахман // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Транспортне машинобудування. – 2012. – № 19. – С. 31 – 36.

### **Бондаренко А.И. Особенности процесса разгона колесного трактора Fendt 936 vario**

*В статье установлено влияние законов изменения параметров регулирования гідромашинги-*

дрообъемной передачи, рабочих объемов гидромоторов, законов изменения положения органа управления подачей топлива на основные параметры трансмиссии и буксование колес трактора при переменной силе тяги на крюке и разгоне на тяговом диапазоне. Проведен сравнительный анализ буксования колес трактора Fendt 936 Vario с гидрообъемно-механической трансмиссией с трактором, имеющим эквивалентные параметры, но механическую трансмиссию. Установлено, каким образом влияет интенсивность изменения параметров регулирования гидромашин гидрообъемной передачи на буксование колес, на перепад рабочего давления в гидрообъемной передаче, на необходимую мощность двигателя. В работе также рассмотрено и проанализировано динамику разгона трактора Fendt 936 Vario на транспортном диапазоне при разнообразных законах изменения параметров регулирования гидромашин гидрообъемной передачи.

**Ключевые слова:** разгон, колесный трактор, гидрообъемно-механическая трансмиссия, буксование, динамика, тяговый режим.

#### **Bondarenko A. Features of process of acceleration of the wheeled tractor Fendt 936 vario**

*In the article influence of laws of change of parameters of adjusting of hydraulic machine hydrostatic transmission, swept volumes of hydraulic motors, laws of change of position of organ of management by the serve of fuel on basic parameters transmissions and skidding of wheels of tractor at variable tractive force on a hook and acceleration on a hauling range is set. The comparative analysis of skidding of wheels of tractor of Fendt 936 Vario with a hydrostatic mechanical transmission with a tractor having equivalent parameters, but mechanical transmission is conducted. How intensity of change of parameters of adjusting of hydraulic machine hydrostatic transmission influences on skidding of wheels, on the overfall of working pressure in the hydrostatic transmission, on necessary engine power is set. In work also the dynamics of acceleration of tractor of Fendt 936 Vario on a transporting range at the various laws of change of parameters of adjusting of hydraulic machine hydrostatic transmission is considered and analysed.*

**Keywords:** acceleration, wheeled tractor, hydrostatic mechanical transmission, skidding, dynamics, hauling mode.

Стаття надійшла в редакцію 18.10.2014р.

Рецензент: д.т.н., професор Гецович Є.М.

УДК 629.631.554

### **ВПЛИВ ВЗАЄМОДІЇ МАШИН ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЙОГО РОБОТИ**

**В. В. Шелудченко**, к.т.н., доцент, Сумський національний аграрний університет

**С. І. Козупиця**, к.т.н., доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України

*Встановлено взаємний вплив техніко-технологічних параметрів агрегатів і машин збирально-транспортного комплексу на якісні показники його роботи на збиранні зерна, що дасть змогу раціонально підібрати склад машин для організації збирання врожаю та його транспортування.*

**Ключові слова:** збирально-транспортний комплекс, зерновий комбайн, мобільний компенсатор, автомобільний транспортний засіб, продуктивність комбайна, кількість їздок причепа-перевантажувача, виробіток автомобіля за зміну, економічна ефективність.

**Постановка проблеми.** Сучасний стан сільськогосподарського виробництва в Україні потребує підвищення рівня ефективності організації технологічних процесів, і в першу чергу це стосується до процесу збирання врожаю зернових культур в колективних та фермерських господарствах. Необхідною умовою ефективного та екологічно безпечного виконання збирального процесу врожаю зернових є дослідження впливу взаємодії окремих машин які складають зернозбиральний комплекс і утворюють при цьому складну технологічну систему. На сьогодні в Україні існує дві форми виробництва в аграрному секторі: колективна і фермерська, які суттєво відрізняються за способами організації технології виробництва зерна і особливо в організації збирально-транспортного процесу.

Вдосконалення операції транспортування зерна від комбайну є актуальною проблемою, вирішення якої дозволить значно скоротити енергетичну складову збирально-транспортного процесу.

Вибір раціонального складу збирально-транспортного комплексу та їх чітка і взаємоузгоджена робота дозволить в оптимальні агротехнічні строки провести збирання врожаю, забезпечуючи при цьому мінімальні втрати зерна, виключити негативний вплив високо вантажних машин на ґрунт, забезпечуючи при цьому високу ефективність їх сумісного використання. Метою дослідження є підвищення ефективності збирально-транспортного процесу шляхом раціонального узгодження технологічних характеристик взаємодії окремих машин та агрегатів зерно-