

ЗЕМЛЕРОБСЬКА МЕХАНІКА

УДК 621.436
© 2015

В.І. МЕЛЬНИЧЕНКО,
кандидат технічних наук

Дніпропетровський державний
аграрно-економічний університет,
Україна

E-mail: dsau.dp.ua@gmail.com

м. Дніпропетровськ, вул. Ворошилова, 25

ПОКАЗНИКИ
РОБОТИ ТРАКТОРА Т-150К
З ДИЗЕЛЕМ СМД-62
ЗІ СЕРІЙНИМ
ПАЛИВНИМ НАСОСОМ,
УНІВЕРСАЛЬНИМ РЕГУЛЯТОРОМ,
ВІД'ЄМНИМ КОРЕКТОРОМ
І ОБМЕЖУВАЧЕМ ДИМЛЕННЯ

Викладено результати досліджень впливу універсального дворежимно-всережимного регулятора з від'ємним коректором і пневматичним обмежувачем димлення на динамічні показники дизеля СМД-62 і трактора Т-150К. Визначено вплив дослідного регулятора на потужнісні, екологічні та інші основні показники трактора на різних характерних режимах роботи.

Ключові слова: паливний насос, універсальний регулятор, від'ємний коректор, обмежувач димлення, дизель, трактор, димність відпрацьованих газів.

Постановка проблеми. Економія палива, паливно-мастильних матеріалів, підвищення ефективності використання машинно-тракторних агрегатів (МТА) при виконанні сільськогосподарських робіт і, звичайно, захист навколишнього середовища від негативного впливу відпрацьованих газів (ВГ) дизелів є найбільш важливими питаннями в усіх галузях економіки країни, в тому числі й в аграрному секторі.

Показники роботи техніки в умовах рядової експлуатації залежать від багатьох факторів [1]: технічного стану паливного насоса високого тиску (ПНВТ); конструктивних особливостей ПНВТ, додаткових пристроїв, які поліпшують роботу насоса, дизеля і МТА на відповідних режимах; від правильного вибору режиму роботи під час виконання конкретної операції в певних умовах; виду палива, на якому працює дизель [2–5], складу нових сумішей палива, наприклад біологічного [6–8].

Одним із способів поліпшення показників трактора Т-150К є введення в конструкцію регулятора ПНВТ НД-22 додаткових

пристроїв: пневматичного обмежувача димлення (ОД), від'ємного коректора (ВК), однорежимно-всережимного регулятора (ОР) або дворежимно-всережимного (ДР) універсального регулятора (УР). У попередніх дослідженнях [9, 10] такі пристрої використовувались у конструкції регулятора окремо. У даному матеріалі наведені результати опрацювань сумісного використання ОД, ВК і УР.

Метою нашої роботи було додаткове дослідження з визначення впливу характеристик ПНВТ на динамічні показники дизеля СМД-62, трактора Т-150К і машинно-тракторного агрегату з дослідним універсальним регулятором при виконанні транспортних і польових робіт. Оскільки перехідні процеси в системі автоматичного регулювання числа обертів (САРЧ) дизелів із всережимними регуляторами досліджувалися багатьма авторами і результати цих досліджень широко відомі, то основна увага в нашій роботі була приділена перехідним процесам при ДР з виключеними і включеними від'ємним коректором і пневматичним обмежувачем димлення.

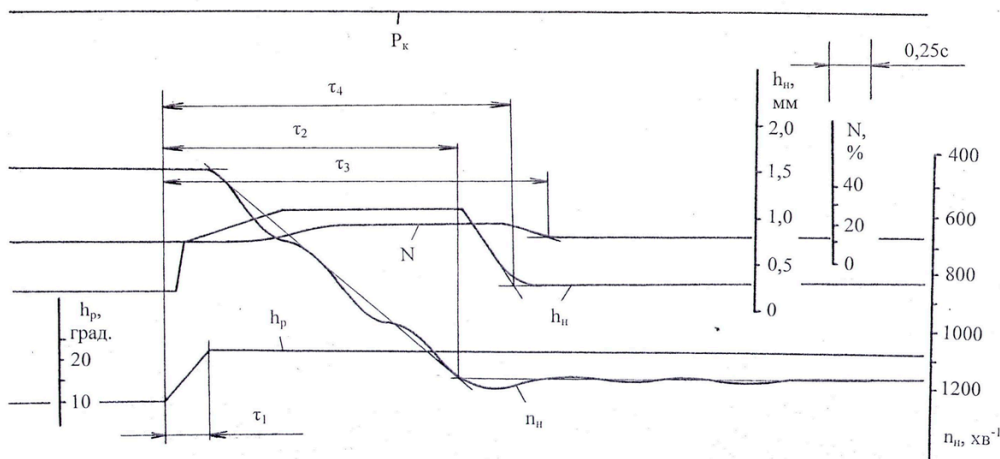


Рис. 1. Осцилограма розгону дизеля СМД-62 з універсальним регулятором за дворежимного регулювання з від'ємним коректором і обмежувачем димлення на холостому ході від 1000 до 2320 хв⁻¹

Результати досліджень та їх обговорення. Перехідні процеси при розгонах дизеля на холостому ході виконувались у найважчих умовах, коли важіль керування регулятором переміщався на повний хід за 0,13 та 1,10 с. При цьому дизель розганявся від 1000 хв⁻¹ до максимальної кількості обертів холостого ходу 2300–2320 хв⁻¹ (рис. 1). Такий розгін дизеля задається перед рушенням трактора під навантаженням, коли спочатку дизель виводиться на максимальну кількість обертів і лише після цього плавно включається зчеплення.

Димність ВГ у відсотках по шкалі димоміра ИД-ДСХИ при обробці осцилограм приводили до шкали димоміра ИДА-106. Тривалість перехідних процесів оцінювали за часом встановлення нової кількості обертів (τ_2), часом переміщення дозаторів (τ_4) і часом встановлення димності ВГ (τ_3), які відповідають новому сталому режиму роботи (табл. 1). Враховували також максимальну димність ВГ. По осцилограмах розраховували витрату палива і викид сажі за час перехідного процесу.

У разі переміщення важеля за 0,13 с дозатори ПНВТ практично за той же час встановлюються в положення номінальної подачі палива і залишаються нерухомими доки кількість обертів не досягне номінального значення 2100 хв⁻¹. З цієї миті дозатори під

дією регулятора починають швидко переміщуватися в бік зменшення подачі палива до величини подачі на максимальному холостому ході. Димність ВГ також різко зростає від 8 % перед розгоном до максимального значення 72 % і залишається такою до зменшення подачі палива, після чого швидко зменшується. Збільшення і зменшення димності ВГ дещо спізнюється по відношенню до переміщення дозаторів. Тиск наддування залишається приблизно на рівні атмосферного протягом усього перехідного періоду, що пояснюється малими його змінами, які відбуваються в межах нечутливості датчика тиску.

Максимальне значення координати h_{II} , яка визначається дією ОД, дорівнює 1,12 мм. Димність ВГ не перевищує 19 %, а тривалість розгону майже така сама, як при переміщенні важеля керування за 1,1 с. Викид сажі за період розгону дорівнював 0,005 г, витрата палива – 5,5 г, що на 90 і 14 % менше, ніж при розгоні без ВК і ОД.

При переміщенні важеля керування за 1,1 с сповільнюється переставляння дозаторів у положення повної подачі; вони перебувають у цьому положенні менше часу, ніж при переміщенні важеля керування за 0,13 с. Час, протягом якого димність ВГ має найбільше значення, також зменшується, стає меншим і її максимальне значення.

1. Результати розгонів дизеля СМД-62 з універсальним регулятором за дворежимного регулювання на холостому ході

№ п.п.	Показник	Особливості регулятора		
		без ВК	без ОД	з ВК і ОД
1.	Час переміщення важеля керування регулятором від мінімального до максимального положення (τ_1), с	0,13	1,10	0,26
2.	Час встановлення нової кількості обертів (τ_2), с/%	1,03 100,0	1,76 170,9	1,78 172,8
3.	Час встановлення димності ВГ, яка відповідає новому сталому режиму (τ_3), с/%	1,44 100,0	2,03 141,0	2,33 161,8
4.	Час переміщення дозаторів у положення, яке відповідає новому сталому режиму (τ_4), с/%	1,23 100,0	1,80 146,3	2,10 170,7
5.	Максимальна димність ВГ, %	70–72	62–64	18–20
6.	Викид сажі за розгін, г/%	0,054 100,0	0,029 54,4	0,005 9,6
7.	Витрата палива за розгін, г/%	6,4 100,0	5,9 92,8	5,5 86,3

Проте суттєво зростає тривалість перехідного процесу. Зменшуються витрата палива і викид сажі за час розгону на 7 і 46 % відповідно.

Результати свідчать про доцільність застосування ВК і ОД при розгонах дизеля без навантаження.

Дослідження перехідних процесів у САРЧ дизеля СМД-62 з дослідним регулятором при роботі дизеля під навантаженням здійснювали шляхом осцилографування цих процесів при розгонах транспортного агрегату Т-150К+1 ПТС-9Б. Вага причепа з вантажем становила 15750 кг.

Розгони виконували переключенням на ходу I–IV передач третього діапазону. Важель керування регулятором при цьому фіксували в одному із двох постійних положень: відповідному номінальному швидкісному режиму і відповідному проміжному режиму при встановленні важеля керування на 0,7 його повного робочого ходу.

На стрічку осцилографа записувалася зміна тих же показників роботи дизеля, що і при дослідженні розгонів дизеля на холостому ході (табл. 2). Визначаючи час встанов-

лення нової кількості обертів при включенні передач, процес розгону вважали закінченим при зменшенні нестабільності кількості обертів нижче 4 %.

Найбільш суттєва різниця показників агрегату з дослідними регуляторами є при розгонах на I передачі, тому що із-за низького тиску наддування в початковий період розгону невідповідність між подачею палива і повітря в циліндри найбільше впливає на динамічні й потужнісні показники. При розгонах агрегату включенням II–IV передач також є невідповідність між подачею палива і повітря. Але при рухові агрегату з максимальною для даної передачі швидкістю величина тиску наддування перед включенням чергової передачі досягає 0,018–0,022 МПа. За таких значень тиску наддування в початковий період перехідного процесу порушення відповідності між подачею палива і повітря в циліндри суттєво не впливає на показники розгону агрегату, оскільки при цьому дизель працює на регуляторній ділянці зовнішньої швидкісної характеристики. Тому показники димності ВГ на цих передачах практично однакові.

2. Результати розгонів транспортного агрегату на ходу від мінімальної до максимальної швидкості за переміщення важеля керування на повний хід

№ п.п.	Показник	Тип регулятора	
		УР	УР з ВК і ОД
1.	Час встановлення нової кількості обертів (τ_2):		
	- с - %	20,45 100,0	23,72 116,0
2.	Час встановлення димності ВГ, яка відповідає новому сталому режиму (τ_3):		
	- с - %	17,30 100,0	20,97 121,2
3.	Час переміщення дозаторів у положення, яке відповідає новому сталому режиму (τ_4):		
	- с - %	15,40 100,0	22,97 149,2
4.	Час встановлення тиску наддування, який відповідає новому сталому режиму (τ_5):		
	- с - %	34,15 100,0	30,80 90,2
5.	Максимальна димність ВГ, % на передачах:		
	I	90	46
	II	32	26
	III	39	36
6.	Витрата палива за розгін:		
	- г - %	120,2 100,0	108,4 90,2

На рис. 2 видно, що ВК зменшує подачу палива в початковий період розгону на величину $\Delta h'_{\text{п}}$, що обумовлює запізнення початку підвищення тиску наддування на $\tau' = 1,7$ с. ОД зменшує подачу палива на величину $\Delta h''_{\text{п}}$, що запобігає швидкому підвищенню тиску наддування протягом часу τ'' . Зменшення подачі палива у початковий період розгону призводить до збільшення часу досягнення максимального значення на 2,69 с і зменшенню максимального значення P_k на 0,0113 МПа. При цьому максимальна димність ВГ зменшується на 44 %, витрата палива зменшується на 3,3 %, але час встановлення нових обертів збільшується на 3,2 с (72,7 %).

Максимальна димність ВГ дизеля з ВК і ОД на 6 % перевищує вимоги. Аналіз осцилограм показує, що цей недолік неможливо

усунути обмежувачем димлення, так як він уже виключений. Зменшити димність ВГ можна підвищенням тиску наддування або зменшенням номінальної подачі.

Узагалі результати досліджень свідчать про доцільність сумісного застосування універсального регулятора, ВК і ОД на дизелі трактора Т-150К під час виконання транспортної роботи.

Для прикладу детальніше розглянемо розгони МТА при встановленні важеля керування регулятором на 0,7 його повного ходу. У цьому випадку дизель при розгонах працює на проміжних характеристиках. Розгон здійснюється від швидкості 10 км/г ($n_d = 1000$ хв⁻¹) до швидкості 22 км/г ($n_d = 2140$ хв⁻¹) переключенням передач, як і в попередньому випадку, від I до IV третього діапазону. Дослідний регулятор включався

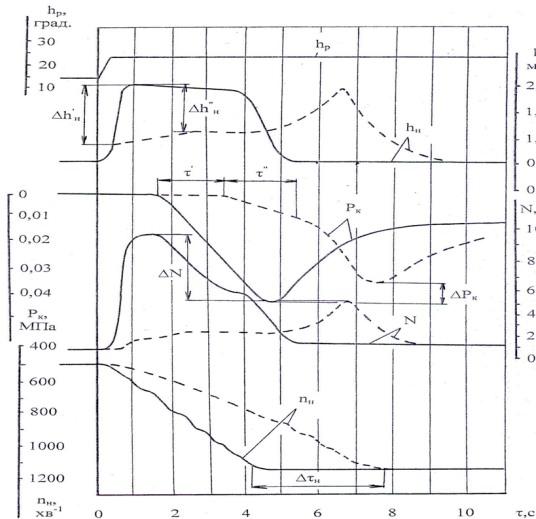


Рис. 2. Суміщені осцилограми розгону транспортного агрегату на ходу за дворежимного регулювання з від'ємним коректором і ОД (---) і без них (-) на I передачі

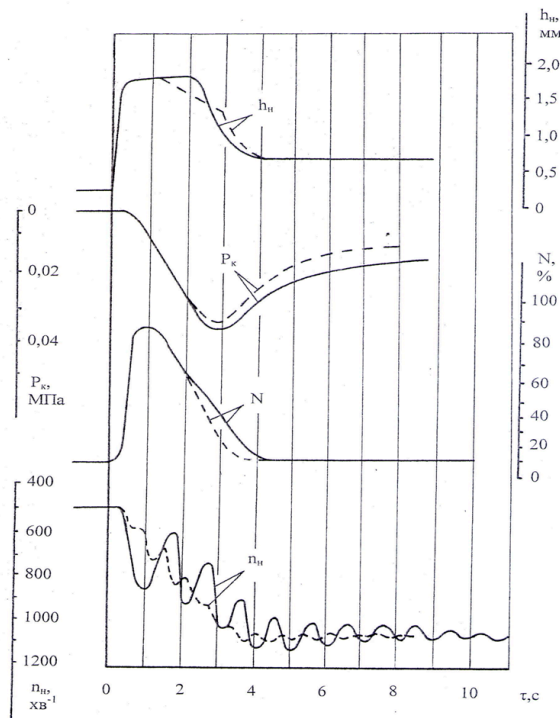
на всережимне або дворежимне регулювання. ВК і ОД були включені. Найбільша відмінність є в разі розгону на I передачі.

На рис. 3 показані суміщені осцилограми розгону транспортного МТА на ходу від 1000 до 2230 хв⁻¹ на I передачі переміщенням ва-

желя керування регулятором на 0,7 його повного ходу при ВР і ДР (табл. 3).

За дворежимного регулювання зменшується час встановлення нової кількості обертів і витрата палива. Але максимальна димність ВГ однакова. Це пояснюється

Рис. 3. Суміщені осцилограми розгону транспортного агрегату на ходу на I передачі з універсальним регулятором за всережимного (—) і дворежимного (---) регулювання і неповної подачі палива



3. Результати розгонів транспортного агрегату на ходу від мінімальної до максимальної швидкості на I передачі переміщенням важеля керування регулятором на 0,7 його ходу

№ п.п.	Показник	ВР	ДР
1.	Час встановлення нової кількості обертів (τ_2): - с - %	4,5 100,0	4,0 88,9
2.	Час встановлення димності ВГ, яка відповідає новому сталому режиму (τ_3): - с - %	4,1 100,0	4,2 102,4
3.	Час переміщення дозаторів у положення, яке відповідає новому сталому режиму (τ_4): - с - %	3,5 100,0	3,9 111,4
4.	Час встановлення тиску наддування, який відповідає новому сталому режиму (τ_5): - с - %	7,6 100,0	7,8 102,0
5.	Максимальна димність ВГ, %	83	83
6.	Витрата палива за розгін: - г - %	23,2 100,0	21,0 90,5

тим, що в обох випадках дизель працював під час розгону по зовнішній швидкісній характеристиці, бо вага вантажу становила 120 % від номінальної вантажопідйомності причепа (10750 замість 9000 кг). Це було зроблено з метою перевірки роботи дослідного регулятора на режимах перевантаження. Невипадково, що за розгону агрегату з ДР дозатори, так само, як і при ВР, спочатку виходять на зовнішню характеристику, що і приводить до однакової димності ВГ. Наприкінці розгону дозатори переміщуються по проміжній характеристиці, зменшуючи подачу палива. У положення, яке відповідає подачі палива на новому сталому режимі після розгону, дозатори виходять раніше, ніж при ВР. Тому витрата палива при ДР менша. Для цього потрібно при розгонах намагатися не переміщати орган керування дизеля на повний хід.

Передбачення про негативний вплив характеру перебігу швидкісної характеристики при $P_k = 0$ з ВК і ОД на динамічні влас-

тивості агрегату було перевірено під час виконання польових робіт. Розгони з місця трактора Т-150К у режимі заглиблених плуга ПНЯ-4-40 і борони БДТ-7 виконували за максимальної кількості обертів холодостого ходу відпусканням педалі зчеплення і вважали закінченими після встановлення кількості обертів, яка відповідає новому сталому режиму.

Час розгону агрегату при оранці з дослідним регулятором без ВК і ОД становить 2,95 с, а при дискуванні – 1,8 с. Витрата палива відповідно дорівнює 34,6 і 15,1 г, максимальна димність ВГ – 90 %.

Максимальна димність ВГ з ВК і ОД дорівнювала 20 %, а із-за відсутності тиску наддування на початку розгону час розгону агрегату при дискуванні збільшився на 1,38 с (43,4 %), витрата палива – на 9,0 г (37,3 %). Розігнати орний агрегат взагалі не вдалось. Тому за важких умов розгонів доцільно виключати ВК. Для цього розроблений спеціальний пристрій.

Висновки

1. При розгонах дизеля СМД-62 з універсальним регулятором на холостому ходу доцільно переміщати важіль керування регулятором на повний хід за 0,13 с.

2. Під час розгонів дизеля в тих же умовах, але з включеним від'ємним коректором і обмежувачем димлення максимальна димність ВГ не перевищує 18–20 %, проте тривалість розгону зростає на 70–72 %. Витрата палива за період розгону зменшується на 14 %, а викиди сажі – на 90 %. Оскільки збільшення тривалості розгону дизеля на холостому ходу суттєвого значення не має, то застосування ВК і ОД у цих умовах вважаємо корисним.

3. При розгонах транспортного агрегату встановлено, що з включеними ВК і ОД

тривалість розгону зростає на 16–18 %, але витрата палива за період розгону зменшується на 8–10 %, а максимальна димність ВГ – від 90 до 46 %. Ці дані свідчать про користь застосування ВК і ОД за використання трактора Т-150К на транспортній роботі.

4. Від'ємний коректор паливоподачі в поєднанні з ОД негативно впливає на динамічні властивості агрегату при виконанні енергоємних польових робіт: тривалість розгонів збільшується на 40–50 %, витрата палива – на 30–40 %. В особливо важких випадках розгін взагалі неможливий через дію ОД. Тому доцільно в цих випадках виключати ВК спеціальним вимикачем.

Бібліографія

1. Мельниченко В.І. Способи поліпшення екологічних, паливних та потужнісних показників трактора Т-150К в умовах рядової експлуатації / В.І. Мельниченко. – Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 2005. – Вип. 60. – С. 183–186.

2. Деякі аспекти використання біологічного палива на основі метилового ефіру рослинного походження / А.С. Кобець, В.Г. Бутенко, В.І. Дирда [та ін.] // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 70. – С. 155–160.

3. Кюрчев В.М. Альтернативне паливо для енергетики АПК: навч. посіб. / Кюрчев В.М., Дідур В.А., Грачова Л.Ш.; за ред. В.А. Дідура. – К.: Аграрна освіта, 2012. – 416 с.

4. Золотовская Е.В. Влияние технологических режимов термообработки биомассы на качественный состав пиролизного газа / Е.В. Золотовская, А.С. Мионов // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету, 2010. – № 1. – С. 75–79.

5. Куценко Ю.М. Удосконалення конструкції установки для отримання біогазу при переробці органічних відходів / Ю.М. Куценко // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету, 2014. – № 2(34). – С. 26–29.

6. Визначення показників роботи дизеля

при використанні біопалива / А.С. Кобець, В.Г. Бутенко, В.І. Дирда [та ін.] // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 2007. – Вип. 70. – С. 160–165.

7. Визначення показників роботи дизеля при використанні біопалива / А.С. Кобець, В.І. Дирда, П.К. Охмат [та ін.] // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 2009. – Вип. 84. – С. 30–35.

8. Визначення показників роботи дизеля при використанні біопалива / А.С. Кобець, В.О. Улексін, В.І. Мельниченко, В.М. Яцук // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 2015. – Вип. 121. – С. 21–27.

9. Охмат П.К. Показники роботи трактора Т-150К з дизелем СМД-62 зі серійним паливним насосом і універсальним регулятором / П.К. Охмат, В.І. Мельниченко, О.В. Клименко // Геотехнічна механіка: міжвід. зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 2008. – Вип. 75. – С. 91–97.

10. Охмат П.К. Показники роботи трактора Т-150К з дизелем СМД-62 зі серійним паливним насосом і від'ємним коректором / П.К. Охмат, В.І. Мельниченко, О.В. Клименко, А.Ю. Чупілко // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету, 2010. – № 1. – С. 84–87.

Рецензент – доктор технічних наук, професор С.С. Тищенко