

УДК 621.436:62-531

А.В. Рудь, проф., канд. техн. наук, О.В. Думанський, інж.

Подільський державний аграрно-технічний університет

Регулювання потужності дизельного двигуна машинно-тракторного агрегату

У статті приведено аналіз переходу на часткові режими роботи дизельного двигуна машинно-тракторного агрегату і викладено перспективний спосіб переходу на часткові режими для тягово-приводних агрегатів із збереженням швидкісного режиму роботи.

регулювання, потужність, дизельний двигун, часткові режими, економія, паливо

Постановка проблеми. Дизельні двигуни сучасних машинно-тракторних агрегатів працюють в широких діапазонах частот обертання колінчастого вала і навантажень, причому несталих навантажень. До них висувається комплекс досить жорстких вимог за їх техніко-економічними показниками, найважливішими з яких є ефективна потужність, крутний момент, годинна витрата палива і питома витрата палива.

Найбільша паливна економічність роботи дизельних двигунів досягається на режимах, близьких до номінального значення. Зниження її при переході на часткові навантажувальні режими, особливо на режими знижених частот обертання колінчастого вала багато в чому пояснюється особливостями роботи використовуваних паливоподаючих систем безпосередньої дії, а саме, зниженням при цьому тиску впрыску, з одного боку, і циклової подачі, з іншого, обумовлюючи погіршення якості процесу паливоподачі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найперші дослідження в яких започатковано вирішення проблеми регулювання дизельного двигуна машинно-тракторного агрегату належать видатним вченим Болтінському В.Н., Крутову В.І., Настенко М.М., Борошкоку Л.А., Грунауеру А.А [1, 2, 3]. Теоретичне обґрунтування переходу дизельного двигуна на часткову швидкісну характеристику зміною частоти обертання при збереженні продуктивності машинно-тракторного агрегату належить Солонському А.С. [4]. Ефективність цього способу вибору режимів роботи дизельного двигуна енергонасичених універсально-просапних тракторів тягових класів 1,4 і 2,0 підтверджена багатьма науковцями, дослідниками та дослідними організаціями зокрема академіком Болтінським В.Н., Скотниковим В.А., Солонським М.А., Мащенським А.А, Чекменьовим В.В. [1, 4, 5].

Такий спосіб регулювання режимів роботи застосовується, в основному, на тягових машинно-тракторних агрегатах для приводу робочих органів яких не використовується вал відбору потужності.

Ефективним методом економії палива дизельних двигунів машинно-тракторних агрегатів може стати перехід на акумуляторні системи паливоподачі. Але слід зазначити, що розроблені за кордоном такі системи, зокрема типу Common Rail виявилися високовимогливими до чистоти палива і не завжди досить пристосованими до наших умов [6].

В зв'язку з цим на сьогодні велику практичну цінність представляє вдосконалення тих систем, що виправдали себе протягом багатолітньої експлуатації з добре відпрацьованими конструкціями і технологіями виготовлення широко

використовуваних систем безпосередньої дії. Саме тому є конча необхідність в дослідженні цих систем і способів регулювання потужності дизельних двигунів.

Мета дослідження: дослідити і визначити найбільш перспективні способи регулювання максимальної потужності дизельного двигуна машинно-тракторного агрегату. Намітити шляхи вдосконалення регулювання потужності дизельного двигуна задля підвищення паливної економічності та зменшення викидів шкідливих речовин разом з вихлопними газами для тягово-приводних і приводних агрегатів.

Виклад основного матеріалу. Найкраще уявлення про ефективну роботу дизельного двигуна можна отримати розглянувши зовнішню швидкісну характеристику з регуляторною віткою (рис. 1).

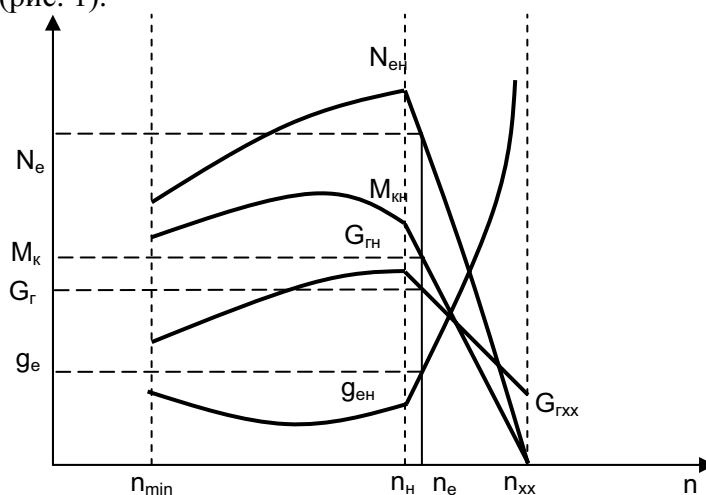


Рисунок 1 - Робота дизельного двигуна на зовнішній швидкісній характеристиці з регуляторною віткою

На характеристиці виділяють дві зони – регуляторна в діапазоні частот обертання колінчастого вала на холостому ході n_{xx} до номінальної частоти обертання n_n колінчастого вала, і безрегуляторну (коректорну) – від номінальної частоти обертання n_n колінчастого вала до мінімальної частоти обертання n_{min} колінчастого вала. Із збільшенням зовнішнього навантаження на дизельний двигун, частота обертання колінчастого вала на регуляторній вітці зменшується, а ефективна потужність N_e , крутний момент M_k і годинна витрата палива G_r зростають. Номінальні показники роботи дизельного двигуна, а саме номінальна годинна витрата палива G_{rn} , номінальний крутний момент M_{kn} , номінальна ефективна потужність N_{en} та номінальна питома витрата палива g_{en} встановлюються при досягненні двигуном номінальної частоти обертання колінчастого вала n_n .

При подальшому збільшенні зовнішнього навантаження робота дизельного двигуна переходить на безрегуляторну (коректорну) вітку. При цьому його потужність зменшується, через зменшення частоти обертання колінчастого вала, а крутний момент зростає до максимального значення. Питома витрата палива на коректорній вітці при зменшенні частоти обертання зменшується від номінального до мінімального значення. Подальше зниження частоти призводить до зменшення крутного моменту і потужності та зростання питомої витрати палива.

З аналізу регуляторної характеристики (рис.1) видно, що під час роботи на регуляторній вітці при невеликих навантаженнях питома витрата палива в двигуні різко збільшується, тобто погіршується його економічність. Крім того, в результаті впливу часті зміни навантажень, що діють на машинно-тракторний агрегат, регулятор працює в неусталеному режимі внаслідок випадкових коливань кутової швидкості колінчастого вала. Тому, бажано експлуатувати дизельний двигун машинно-тракторного агрегату в зоні номінальної частоти обертання колінчастого вала при зниженні ступеня

нерівномірності регулятора до 8%, що забезпечує зменшення середньоквадратичного відхилення кутової швидкості дизеля в 1,56 рази і зниження погектарної витрати палива на 0,5 – 1,0% [7].

На малоенергоємних операціях в умовах недовантаження, підвищення паливної економічності машинно-тракторного агрегату може здійснюватися шляхом зниження швидкісного режиму двигуна і зниженням передаточного числа трансмісії агрегату. В цьому випадку при даному тяговому опорі сільськогосподарських машин двигун переводиться на режим роботи з більшим крутним моментом ($M_{к1}$) або середнього ефективного тиску, що дозволяє підвищити економічність ($g_{ен1} < g_{ен}$) роботи двигуна в порівнянні з роботою при недовантаженнях на номінальному швидкісному режимі (рис.2).

При прийнятій ширині захвату агрегату швидкість і продуктивність можна зберегти приблизно однаковими порівняно з роботою машинно-тракторного агрегату на номінальному швидкісному режимі двигуна.

Перехід двигуна на часткові знижені швидкісні режими при роботі машинно-тракторного агрегату раціональний в наступних випадках:

- а) для зменшення швидкості руху агрегату без втрат часу на перемикання передач (при поворотах в кінці гону, при переїздах через перешкоди тощо), коли потрібно знизити швидкість для технологічного обслуговування;
- б) під час під'єднання або навішування сільськогосподарських машин, коли потрібний плавний рух трактора з невеликою швидкістю;
- в) при неможливості раціонально завантажити двигун на робочій передачі, при обмеженні робочої швидкості агротехнічними вимогами.

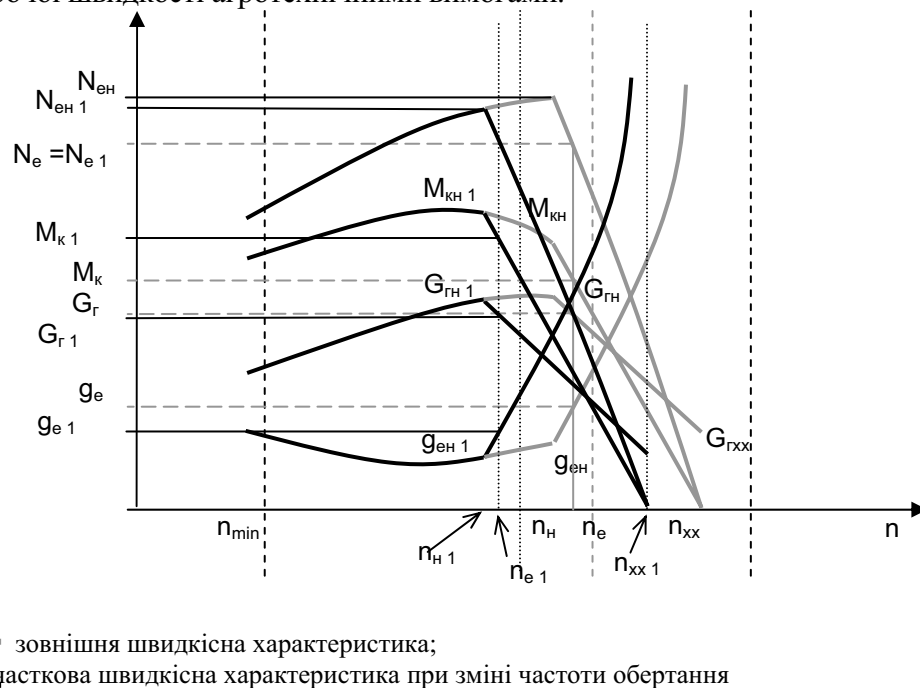


Рисунок 2 - Робота дизельного двигуна по швидкісній характеристиці з регуляторною віткою із зміною частоти обертання

Для оцінки економічності роботи двигуна необхідно враховувати характер зміни питомої витрати палива залежно від завантаження двигуна в зоні роботи регулятора.

Перехід на часткові режими роботи дає можливість при однаковому навантаженні двигуна $N_e = N_{e1}$ поліпшити паливну економічність $g_e > g_{e1}$.

Такий спосіб вибору режимів роботи застосовується, в основному, на тягових машинно-тракторних агрегатах для приводу робочих органів яких не використовується вал відбору потужності.

Для приводних і тягово-приводних машинно-тракторних агрегатів зниження частоти обертання колінчастого вала дизельного двигуна з метою зменшення його потужності може виявитися небажаним із-за можливих відхилень від агротехнічних вимог виконання певної сільськогосподарської операції. Тому є необхідним змінювати потужність двигуна в сторону зменшення при збереженні частоти обертання колінчастого вала, яка відповідає зовнішній регуляторній характеристиці $n_H = n_{H2}$ (рис.3).

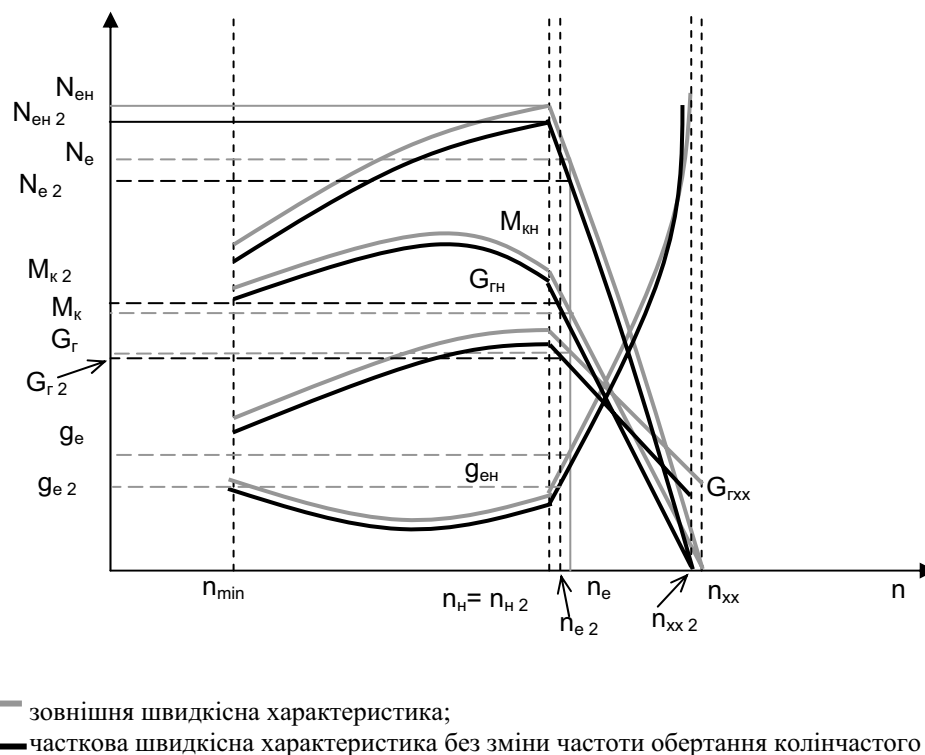


Рисунок 3 – Робота дизельного двигуна по швидкісній характеристиці з регуляторною віткою із змінною потужністю при незмінній частоті обертання колінчастого вала

Крім того, характерною особливістю всережимних регуляторів частоти обертання колінчастого вала дизельних двигунів є неможливість забезпечити однакову ступінь нерівномірності його роботи на всіх режимах експлуатації. При цьому найменша ступінь нерівномірності роботи регулятора проявляється на максимальних частотах обертання колінчастого вала (а при переході на часткові регуляторні характеристики зміною частоти обертання колінчастого вала він суттєво збільшується і це призводить до того, що підвищується витрата палива). Тому зусилля дослідників Долганова К.Є., Говоруна А.Г., Головчука А.Ф. та інших були спрямовані на те, щоб подолати такі негативні наслідки [8,9].

З аналізу графіків на рисунку 3 видно, що при переході на часткові режими роботи за умови постійної частоти обертання колінчастого вала $n_H = n_{H2}$ експлуатаційні показники, зокрема питома витрата палива зменшується $g_{e2} < g_e$, а ступінь нерівномірності роботи регулятора залишається такий як і при номінальному режимі роботи.

Висновки. Проаналізувавши наявні способи регулювання дизельних двигунів машинно-тракторних агрегатів прийшли до висновку, що найкращий спосіб регулювання тягово-приводних і приводних агрегатів є зміна ефективної потужності при незмінній частоті обертання колінчастого вала двигуна.

Список літератури

1. Болтинский В.Н. Теория, конструкция и расчет тракторных и автомобильных двигателей. - М: Издательство сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1962. - 391 с.
2. Крутов В.И. Автоматическое регулирование и управление двигателями внутреннего сгорания. - М.: Машиностроение, 1989. - 414 с.
3. Настенко Н.Н., Борошок Л.А., Грунауэр А.А. Регуляторы комбайновых и тракторных двигателей. - М.: Машиностроение 1965. - 252 с.
4. Скотников В.А., Машенский А.А., Солонский А.С. Основы теории и расчета трактора и автомобиля. - М: Агропромиздат, 1986. - 384 с.
5. Чекменьов В.В. Підвищення паливної економічності дизеля на польових роботах застосуванням універсального регулятора: Дис. канд. техн. наук: Чекменьов Василь Васильович - К., 2007. - 199с.
6. Системы управления дизельными двигателями. Перевод с немецкого. Первое русское издание. - М.: ЗАО „КЖИ „За рулем”, 2004. - 480 с.
7. Журбенко В.И. Исследования и подбор рациональных параметров регулятора дизеля СМД - 62 с целью повышения производительности МТА: Дис. канд. техн. наук: Журбенко В.И. - К., КАДИ, 1981. - 232 с.
8. Головчук А.Ф. Улучшение топливной экономичности и снижение дымности тракторного дизеля с турбонаддувом: Дис. канд. техн. наук. Головчук Анатолий Федорович. - К., КАДИ, 1981. - 300 с.
9. Говорун А.Г., Долганов К.Е., Столяров А.Л. Про регулювання автотракторного дизельного двигуна // Вісник сільськогосподарської науки. - К., Урожай, 1974. - № 9. - С. 33-36.

А.Рудь, А.Думанский

Регулирование напряжения дизельного двигателя машинно-тракторного агрегата

В статье проведен анализ перехода на частичные режимы работы дизельного двигателя машинно-тракторного агрегата и изложен перспективный способ перехода на частичные режимы для тягово-приводных агрегатов с сохранением скоростного режима работы.

A.Rud', A.Dumanskiy

Voltage regulation of diesel engine tractor operated machinery

In the article the analysis of passing is conducted to the partial modes of operations of diesel engine of asm, the perspective method of passing is presented to the partial modes for hauling-drive asms with the maintainance of speed office hours.

Одержано 21.09.11