

Система регулювання наддуву автотракторних двигунів для транспортних засобів АПК

У статті запропонована універсальна система регулювання турбонаддуву автотракторних двигунів, яку можливо застосовувати на двигунах транспортних засобів АПК. Система дозволяє здійснювати якісне регулювання наддувального повітря в широкому діапазоні зміни швидкісних і навантажувальних характеристик у процесі експлуатації автотракторних двигунів.

Ключові слова: система регулювання наддуву, автотракторний двигун, нагнітач, турбокомпресор, транспортні засоби АПК.

Вступ. З розвитком комбінованих двигунів внутрішнього згоряння (КДВЗ) з регульованим наддувом удосконалюються і системи управління ними. Водночас роль систем управління і вимоги до них весь час зростають.

Сучасні форсовані наддувом автотракторні двигуни здебільшого комплектуються паливною апаратурою, оснащеною коректором тиску наддуву. Однак, на режимах гальмування коректор не забезпечує бажаної корекції циклових подач палива, що негативно позначається на економічності двигуна.

Високу паливну економічність і хороші екологічні показники двигуна на всіх експлуатаційних режимах роботи, а також необхідні динамічні якості двигуна можна забезпечити системою управління, яка була б здатною узгодити тиск наддуву з цикловою подачею палива не тільки під час роботи за зовнішньою швидкісною характеристикою, але і на всіх часткових навантаженнях, на режимах розгону і гальмування та забезпечила б сприятливі умови протікання робочого процесу під час пуску.

Без надійних систем управління і регулювання наддувом неможливо домогтися високих показників робочого процесу КДВЗ на перехідних режимах, режимах неповного навантаження і номінальній потужності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На цей час крім дизелів провідними зарубіжними фірмами і дослідницькими центрами розроблені різні варіанти форсованих наддувом двигунів [1, 2, 3]. Тому в деяких випадках необхідно на ДВЗ встановлювати зовсім інший тип нагнітача, наприклад, хвильовий обмінник тиску (ХОТ). З літературних джерел відомо, що ХОТ надійно проявив себе в експлуатації під час подачі в нього потоку відпрацьованих газів з температурою, яка перевищує 2000 °С.

Мета і постановка задач дослідження. Метою роботи є надання технічної інформації (інженерно-технічним працівникам, які професійно займаються діагностуванням, ремонтом і розробленням вузлів систем повітропостачання автотракторних ДВЗ) про особли-

вості конструкції і принципи дії різних типів нагнітачів, які застосовуються на транспортних двигунах.

Особливості конструкції і режими роботи пристрою. Авторами на двигуні 6ГЧН 13/14 була апробована універсальна система всережимного регулювання тиску наддуву для КДВЗ з автономним турбокомпресором або з хвильовим обмінником тиску, які використовуються як агрегат наддуву.

На рис. 1 представлена така система управління і регулювання наддувом комбінованих ДВЗ. Пристрій складається з нагнітача 2 (обмінника тиску або турбокомпресора), у газовому корпусі якого розташований перепускний клапан 8, механічно з'єднаний з регулятором тиску (РТ) 10. У корпусі регулятора є рухома мембрана 12 (діафрагма), на таріль 22 якої спирається поворотна пружина 14. Діафрагма ділить корпус пневморегулятора на дві робочі камери (порожнини). Закривальна камера 11 пневмокамери пов'язана з повітропроводом 18, електроклапаном 16 і з впускним колектором 7. У корпусі електроклапана 16 є три канали для підведення (відведення) наддувального повітря, до двох з них приєднані повітропроводи 15 і 18, а третій канал сполучає внутрішню порожнину клапана 16 з атмосферою. У середині електроклапана 16 встановлений підпружинений клапан 17 із сердечником і обмоткою збудження. Колектор 7 за допомогою повітропроводу 19, обвідного трубопроводу 20 і системи клапанів сполучається з відкривальною камерою 13 регулятора тиску 10. Система клапанів підводить надувне повітря (НП) у відкривальну камеру 13 РТ і регулює тиск наддуву у впускній системі ДВЗ у всьому діапазоні швидкісних і навантажувальних режимів роботи двигуна, включаючи роботу КДВЗ на перехідних режимах. Система керувальних клапанів включає манометричний 24 і зворотний 4 клапани, клапан обмеження 31 максимального тиску наддуву (КОМТН) та дросельні пристрої 21 і 43. Корпус манометричного клапана 24 розділений діафрагмою 30 на дві камери. Керувальна камера 25 за допомогою зворотного клапана 4 і дроселя 43 пов'язана з внутрішньою порожниною впускного колектора 7 і реагує на найменшу зміну

тиску в ньому. У керувальній камері 25 встановлені електроконтакти 29. Рухомий контакт умонтований у таріль 28 манометричного клапана, за допомогою рухомої мідної стрічки 42, ізолюваної від корпусу 24, та з'єднаної з обмоткою збудження електроклапана 16. Нерухомий контакт пов'язаний з плюсовою клемою акумуляторної батареї. Атмосферна камера 26 сполучається з навколишнім середовищем. У корпусі останньої закріплений повітропровід 23, пов'язаний з відкривальною камерою 13 пневморегулятора 10. У неробочому стані таріль клапана 24 віджимается пружиною 27 від торця повітропроводу 23, між ними утворюється зазор. Конічна пружина 27 зі змінним кроком витків тарується відповідно до закону зміни тиску НП у нагнітачі.

Конструкція зворотного клапана являє собою перегородку з отвором, в яку встановлюється клапан 4 з пружиною 44. Пружина 44 малої жорсткості віджимає клапан 4 від перегородки. Конструкція КОМТН 31 аналогічна манометричному клапану. Напірна камера 32 клапана 31 сполучається з впускним колектором 7. У атмосферній камері 28 встановлена пружина 35 із штоком, на кінці якого розташовано замикальний пристрій 37, а на шарнірі укріплений рухливий електроконтакт 36. Замикальний пристрій 37 являє собою шліфований конус, який у разі спрацьовування КОМТМ щільно притискається до торця повітропроводу 41 манометричного клапана. Зусилля затяжки пружини 25 клапана 31 відповідає максимальному значенню тиску наддувного повітря, що виникає у впускному колекторі двигуна 1 на режимах, близьких до номінальної потужності.

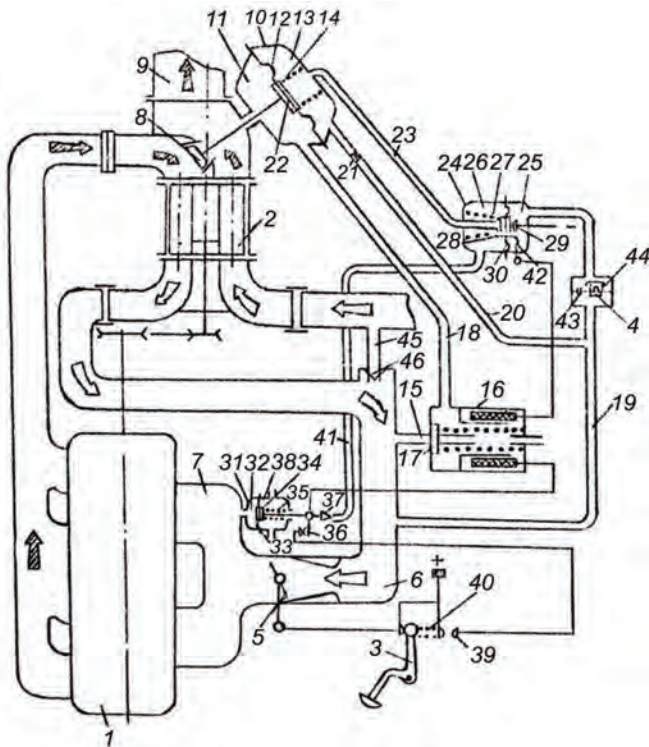


Рис. 1 – Система всережимного регулювання наддуву двигуна з нагнітачем (з турбокомпресором або з ХОТ)

Представлений на рис. 1 пристрій для регулювання тиску наддуву ДВЗ працює так.

Ключем запалювання вмикаємо бортове електроживлення транспортного засобу. Поворотом ключа в замку запалювання замикаємо силові клема на стартері і останній починає провертати вал ДВЗ 1. Одночасно натискаємо на педаль 3 циклової подачі палива, долаємо зусилля пружини, замикаємо електроконтакти 39. Електроживлення подається на обмотку збудження електроклапана 16, втягує сердечник у котушку і відмикає (відкриває) клапан 17. Внутрішня порожнина впускного колектора 7 сполучається з закривальною камерою 11 РТ.

У процесі провертання (запуску) стартером двигуна 1 повітряна заслінка 6 прочинена, повітряний заряд проходить повз ХОТ 2 і по обвідному каналу 45 направляється через клапан 46. Свіжий заряд надходить у циліндри ДВЗ 1.

У двигуна, обладнаного турбокомпресором (ТКР) 2, свіжий заряд просочується між лопатками нагнітача, повертає заслінку 5 і направляється в двигун 1. Обвідний канал у цьому випадку не потрібен.

Під час пуску ДВЗ 1 пружина 14 регулятора 10 віджимає байпасний клапан 8 від перепускного отвору і дозволяє продуктам згоряння вільно виходити в атмосферу.

Під час роботи дизеля на режимах холостого ходу і малих навантажень у впускному колекторі 8, газами створюється тиск, необхідний для протікання сталого робочого процесу в обміннику тиску 2. З появою тиску в нагнітальному патрубку ХОТ відкривається повітряна заслінка 5 і стиснене повітря йде в двигун.

Надмірний тиск у колекторі 7 передається по каналу 15 і через електроклапан 16 потрапляє в закривальну камеру РТ 6, впливаючи на шток перепускного клапана (ПК) 8. Величина створюваного зусилля перевищує силу опору пружини 14 і змушує клапан 8 частково або повністю перекривати отвір ПК. У процесі роботи ДВЗ на малих навантаженнях весь об'єм газів направляється в нагнітач 2.

Під час роботи дизеля на режимах, близьких до номінальної потужності, коли тиск НП перевищує гранично допустиме значення, система регулювання дозволяє перепускати частину продуктів згоряння (ПЗ) повз ХОТ. Перепуск ПЗ здійснюється байпасним клапаном 8 клапаном 31 обмеження тиску НП. Досягнувши максимального значення, тиск НП долає зусилля пружини 35, переміщає шток із замикальним пристроєм 31 і рухомим електроклапаном 35. У процесі переміщення штока контакти розімкнуться, припиняється подача електроживлення на клапан 16, останній закриє канал 15 підведення стисненого повітря в закривальну камеру 11 пневморегулятора і відкриє канал 18, який з'єднує пнавмокамеру 11 з атмосферним каналом.

Закривальна камера звільняється від наддувного повітря, одночасно розмикаються контактори 36, конус замикального пристрою 37 перекриває повітропровід 41, який має вихід в атмосферу. Тиск наддуву, який іде по каналу 20 через дросель 21, у відкривальну камеру, трубопровід 23, атмосферну камеру МК і повітропровід 19, починає зростати і стане рівним тиску в колекторі 7. Під дією зусилля попередньо стиснутої пружини 14 і тиску НП байпасний клапан 8 різко відкриється, що призведе до зниження тиску у впуск-

ному колекторі 7. Пружина 35 поверне шток клапана 31 в початкове положення. Під час переміщення штока конус запірної пристрою 37 відкриє повітропровід 41 і наддувне повітря вільно вийде з відкривальної камери 13 регулятора. Електроконтакти 36 зімкнуться і подадуть живлення на обмотку клапана 16, останній відкриється і дозволить наддувному повітрю з колектора 7 потрапити в закривальну камеру 11 регулятора тиску 10. Байпасний клапан 8 закривається.

Регулювання тиску наддуву ДВЗ, за різкої зміни режиму роботи двигуна, здійснюється керувальною камерою 26 МК 24. У процесі скидання навантаження і частоти обертання вала дизеля маса заряду, яка споживається ДВЗ, зменшується. Внаслідок чого у впускному 7 колекторі відбувається короткочасне збільшення тиску, яке передається по каналу 10 на зворотний клапан 45 і замикає його. Паралельно зі зворотним клапаном встановлено дросель 43, який згладжує коливання тиску і передає згладжений імпульс в камеру 25 над діафрагмою 30. Тиск у камері 25 починає збільшуватися і долає зусилля пружини 27. Таріль клапана щільно притискається до торця повітропроводу 23, через що закривається манометричний клапан і наддувне повітря спрямовується у відкривальну камеру регулятора тиску 10. Одночасно з переміщенням тарелі 28 клапана розмиваються ізольовані від корпусу контакти 29, які розташовані в напірній камері 25 МК. Вимикається електроклапан 16, відбувається скидання наддувного повітря із закривальної камери 11 пневморегулятора. Пропускний клапан 8 різко відкривається. Тиск НП у впускному колекторі і повітропроводі 19 починає знижуватися. Коли тиск повітря стане меншим від тиску в камері 25, відкривається зворотний клапан 45. Тиск над діафрагмою 30 зменшується, пружина 27 відіжме таріль 28 клапана і відкриє манометричний клапан, сполучаючи камеру 13 регулятора тиску з атмосферою. По мірі пересування тарелі 28 замкнуться контакти 29 і відкриється електромагнітний клапан 16, наддувне повітря спрямується в закривальну камеру 11 пневморегулятора і перепускний клапан закриється.

Висновки.

1. Запропонована система управління наддувом дозволить поліпшити динамічні характеристики ДВЗ на номінальних режимах і близьких до номінальної потужності, а також у разі різкої зміни навантаження і частоти обертання колінчастого вала двигуна.

2. Цей пристрій забезпечить зниження кількості шкідливих викидів у навколишнє середовище завдяки злагодженій роботі двигуна і нагнітача.

Список літератури

1. Патент Франції № 2516983, заявлен 25.11.81, заявка 81.22132.0 публ. 27.05.83, МКИ: Ш21) 23/00, заявитель: Renault.
2. АС № 1710800 А1. Рябикин В.Г., Манойло В.М., Ковалев Н.А., Мурашов В.Н. Устройство для регулирования системы наддува двигателя внутреннего сгорания. Дата выдачи 2.1.05.92.
3. Жилин С.С. Исследование особенностей регулирования мощности бензинового двигателя ВАЗ – 2112

путем изменения максимального подъема впускных клапанов / С.С. Жилин, В.М. Манойло // Вестник ХНАДУ. – 2001. – Вып. 20. – С. 26-28.

4. Куценко А.С. Перспективы применения волновых обменников давления в качестве агрегатов наддува автотракторных двигателей / А.С. Куценко, В.М. Манойло, С.С. Жилин и др.// Автомобильный транспорт. – 2003. – Вып. 13. – С. 259-262.

5. Абрамчук Ф.И. Пути повышения технико-экономических показателей газовых двигателей с искровым зажиганием / Ф.И. Абрамчук, В.М. Манойло, А.И. Кабанов, М.С. Липинский // Двигатели внутреннего сгорания. – 2010. – Вып. 1. – С. 7–11.

6. Войтюк С. Эксергетический анализ гидродинамики впускных систем двигателя / С. Войтюк // Техніка і технології АПК. – 2009. – №1. – С. 18-19.

7. Надикто В. Методика визначення потужності двигунів сільськогосподарського трактора / В. Надикто // Техніка і технології АПК. – 2014. – № 1. – С. 7-9.

8. Войтов В. Техніко-експлуатаційні та екологічні показники дизельних двигунів з використанням біодизеля / В. Войтов, М. Карнаух, М. Даценко // Техніка і технології АПК. – 2009. – №1. – С. 13-17.

Аннотация. В статье предложена универсальная система регулирования турбонаддува автотракторных двигателей, которую можно применять на двигателях транспортных средств АПК. Система позволяет осуществлять качественное регулирование наддувочного воздуха в широком диапазоне изменения скоростных и нагрузочных характеристик в процессе эксплуатации автотракторных двигателей.

Summary. The article proposes a universal control system for turbocharging of automotive traction engines, which can be used on engines of agricultural vehicles. The system allows for the qualitative adjustment of the inflow air in a wide range of changes in speed and load characteristics in the process of operation of automotive tractor engines.

Стаття надійшла до редакції 18 жовтня 2018 р.