

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРВОЙ УПРАВЛЯЕМОЙ СТУПЕНИ НА ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ СИСТЕМЕ НАДДУВА ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Девянин Сергей Николаевич профессор кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Гузалов Артёмбек Сергеевич, аспирант, ассистент кафедры тракторов и автомобилей, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Аннотация. В статье представлен результат исследования первой управляемой ступени на двухступенчатой системе наддува на примере дизельного двигателя Д-260.2 установленного на тракторе 2 тягового класса БЕЛАРУСС 1221.2. Представлена Схема такой системы наддува. Показан сравнительный анализ использования трактора серийного комплектования и модернизированного, т.е. с установленной первой управляемой ступени наддува. Завершающим в данной работе является анализ эффективной работы дополнительного наддува с электроприводом, а также целесообразности его применения.

Ключевые слова: турбонаддув, коэффициент приспособляемости двигателя, коэффициент избытка воздуха, крутящий момент двигателя.

Для обеспечения управления турбонаддувом и возможности повышения коэффициента приспособляемости двигателя Д-260 может быть использован двухступенчатый наддув с управляемой первой ступенью, имеющей электропривод. Схема такой системы наддува будет иметь вид, показанный на рис. 1. Воздух с давлением p_0 поступает в первую ступень k_1 и его давление повышается до p_{k1} и затем он поступает во вторую ступень k_2 турбокомпрессора ТКР после которой давление повышается до давления p_k и поступает в ДВС. Первая ступень k_1 приводится от электромотора ЭМ, который управляется блоком управления [1].

Максимальное давление сгорания в цилиндре двигателя Д-260.2 на номинальном режиме работы ($n = 2100 \text{ мин}^{-1}$ и $p_e = 0,77 \text{ МПа}$) [2] составляет $p_z = 9,6 \text{ МПа}$. При увеличении давления наддува максимальное давление сгорания также будет увеличиваться, что приведет к увеличению максимальных механических нагрузок в двигателе и его преждевременному износу или поломке [3]. Для устранения этого производят управление наддувом с целью недопущения превышения максимального давления сгорания.

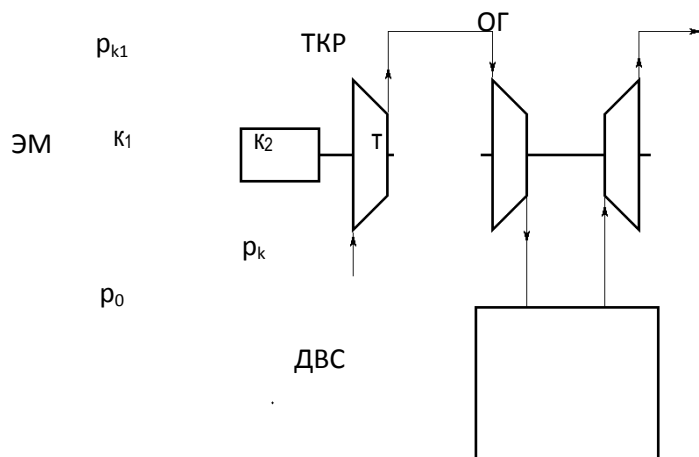


Рис. 1. Схема двухступенчатой системы наддува с электроприводом 1-й ступени

Область рабочих режимов двигателя Д-260 ограничена его внешней скоростной характеристикой, поэтому эти зависимости удобнее рассмотреть на максимальной нагрузке двигателя в виде их изменения на корректорной ветви этой характеристики. На рис. 2 показано изменение этих показателей. Сплошными линиями показаны параметры базового двигателя с одноступенчатым турбонаддувом. При работе двигателя с 2-х ступенчатым наддувом и электроуправляемой 1-й ступенью по ограничению максимального давления сгорания изменение параметров двигателя показано пунктирными линиями и отмечено показателями с апострофом.

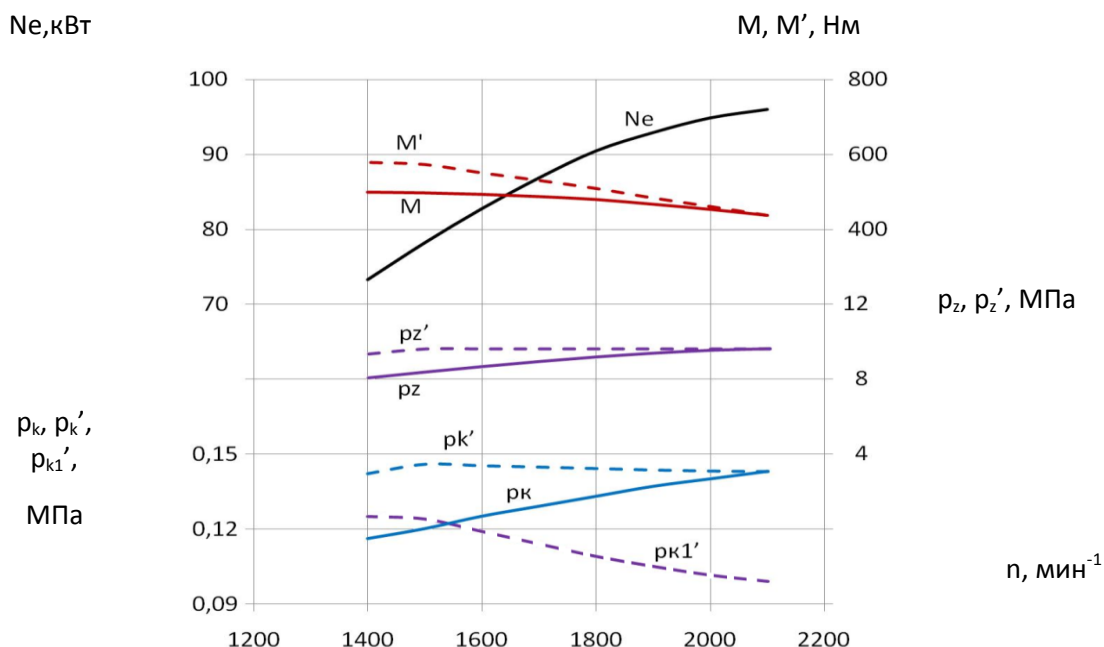


Рис.2. Изменение показателей двигателя Д-260.2 по внешней скоростной характеристике при использовании 2-х ступенчатого наддува

Уменьшение наддува в 1-й ступени p_{k1}' происходит при частоте вращения выше 1500 мин^{-1} , что приводит к прекращению роста давления наддува p_k' и к незначительному его снижению до номинальной частоты вращения. Такое поведение давления наддува p_k' позволяет ограничить максимальное давление сгорания на уровне 9,6 МПа и не допустить перегрузку деталей КШМ [4].

Как следует из представленных данных, при снижении частоты вращения ниже номинальной $n = 2100 \text{ мин}^{-1}$, давление при 2-х ступенчатом наддуве p_k' превышает давление наддува только с ТКР p_k и это превышение увеличивается со снижением частоты вращения. Такое превышение давления наддува позволяет увеличить количество подаваемого воздуха, которое может быть использовано для увеличения подачи топлива и, соответственно, крутящего момента двигателя [5].

Принимая процесс повышения давления адиабатным и сохраняя значение коэффициента воздуха на корректорной ветви внешней скоростной характеристики, как и в базовом двигателе, получаем возможный характер изменения крутящего момента M' показанный пунктирной линией на рис 2. В результате на режиме максимального крутящего момента ($n = 1400 \text{ мин}^{-1}$) возможно увеличение крутящего момента с 500 Нм до 578 Нм, т.е. примерно на 16 %. Такое увеличение крутящего момента позволяет увеличить коэффициент приспособляемости двигателя с 1,15 до 1,32 или на 15% и приблизить характеристику к характеристике двигателя постоянной мощности.

Библиографический список

1. Дидманидзе, О.Н. Основы проектирования комбинированных энергоустановок / О.Н. Дидманидзе, Д.Г.О. Асадов, С.А. Иванов. Монография. Издательство ООО «Автограф». Москва, 2020. – 134 с.
2. Дидманидзе, О.Н. Способы повышения мощности двигателей тракторов / О.Н. Дидманидзе, С.Н. Девянин, А.С. Гузалов. В сборнике: ЧТЕНИЯ АКАДЕМИКА В.Н. БОЛТИНСКОГО. семинар: сборник статей. – 2020. – С. 233-239.
3. Сиявский, В.В. Форсирование двигателей и агрегаты наддува. Учебное пособие / В.В. Сиявский, И.Е.Иванов / Москва, 2016. –230 с.
4. Трухачев, В.И. Какие сельскохозяйственные тракторы нужны завтра России? В.И. Трухачев, О.Н. Дидманидзе, С.Н. Девянин // В сборнике: ЧТЕНИЯ АКАДЕМИКА В. Н. БОЛТИНСКОГО. семинар: сборник статей. – 2020. – С. 11-19.
5. Девянин, С.Н. Оценка технического состояния двигателя по расходу топлива в режиме холостого хода / С.Н. Девянин, В.Н. Щукина // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 1. –С. 34-39.