

Изследване техническото състояние на елементите на дизеловата горивна уредба на двигател Д-240

Александър Стоянов, Тончо Балбузанов

Research of the technical state of D-240 diesel engine fuel system's elements: This paper presents the conducted experimental research of the UTN-5 diesel pump's delivery valve technical state. The results obtained demonstrate that the most frequent failure is deterioration of the retraction land.

Key words: technical state, deterioration, delivery valve, fuel delivery..

ВЪВЕДЕНИЕ

Надеждността и ефективността на работа на дизеловите двигатели в значителна степен се определя от техническото състояние на дизеловата горивна уредба.

По литературни данни отказите и неизправностите в дизеловата горивна уредба са от 30 до 60 % от всички откази в двигателя. Особено силно е влиянието на техническото състояние на нагнетателните клапани върху процеса на горивоподаването и протичащите процеси в двигателя.

В горивната уредба на автотракторните двигатели се използват основно нагнетателни клапани с разтоварващ пояс. Основните функции на този тип клапани са да разделят в края на процеса на впръскване обема на системата и с помощта на разтоварващия пояс допълнително да разтоварят нагнетателната магистрала и по такъв начин да намалят опасността от допълнителни нерегламентирани впръсквания на гориво в цилиндрите.

Влиянието на нагнетателните клапани върху процеса на впръскване в различните периоди от неговото движение е различно. В първия период, когато разтоварващия пояс се намира в канала на тялото на клапана няма протичане на горивото от надбуталното пространство на помпата V_n към пространството над клапанните V'_n . В този период част от подаваното от буталото гориво остава в обема V_n с определено налягане, а останалата част отива за запълване на обема, който се освобождава при движение на клапана. Влиянието на клапана на процеса на горивоподаването се изразява в това, че скоростта на постъпване на горивото в горивопровода се определя от скоростта на движение на клапана.

Във втория период на движение, когато разтоварващия пояс се намира извън канала на гнездото, от момента на неговото излизане до началото на прекратяване на подаването на горивото в цилиндрите, влиянието е незначително.

Процеса на прекратяване на впръскването съществено зависи от обратното движение на клапана, т.е. от продължителността на неговото движение до момента на влизането на разтоварващия пояс в канала на гнездото. Ако това движение е бавно, тогава от нагнетателната магистрала към надбуталното пространство ще премине по-вече гориво и ще се създадат благоприятни условия за нейното разтоварване. При много режими на работа влизането на разтоварващия пояс в началото на гнездото на клапана става бързо и разтоварването на нагнетателната линия през преливния отвор е незначително. В такива случаи разтоварващия обем трябва да е достатъчно голям за да не възникнат допълнителни впръсквания на гориво в цилиндрите.

По такъв начин в третия период на движение нагнетателния клапан може съществено да влияе както на характера на завършването на впръскването така и на началните условия на следващото впръскване.

В случаите, когато е увеличена хлабината между разтоварващия пояс и стената на клапана, част от горивото ще преминава през нея. Това ще доведе до намаляване на ускорението на клапана когато излиза разтоварващия пояс от канала на гнездото, особено при ниски честоти на работа на двигателя. Това ще намали значително рзтоварването на линията на високото налягане, което от своя страна ще доведе до повишаване на подаваното гориво.

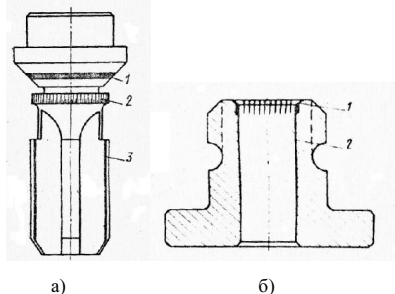
В случаите, когато има намалена херметичност на уплътнителните повърхнини на нагнетателния клапан, при движението на буталото на помпения елемент надолу се създаване разреждане в надбуталното пространство, което довежда до изсмукване на част от горивото от надклапанното пространство. В резултат на това се получава намаляване на подаваното гориво.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Основните структурни параметри, които се променят в процеса на експлоатация на нагнетателните клапани са херметичността по уплътнителния конус и херметичността по разтоварващия пръстен

Експерименталните изследвания на изменението на техническото състояние на клапаните в процеса на експлоатация показват [1], че основно се износва разтоварващият пояс и конусните уплътнителни повърхнини.

При износването на разтоварващия пояс цилиндричната повърхност става конична, защото по-голямо е износването на долната и част. Износената повърхност е назъбена с напречни бразди, които значително намаляват херметичността в областта на контакта на разтоварващия пояс с отвора в корпуса на клапана. Вида на износването на клапаните се обяснява с заклиняването на абразивните частици в хлабината между стените на отвора и корпуса на клапана и разтоварващия пояс в момента на притварянето му. При затварянето на клапана частиците се раздробяват и абразива загубва режещите си способности. Затова по-голяма дълбочина на браздите се наблюдава от към долната част на разтоварващия пояс, т.е. износването му е на конус. Този участък се износва и в момента на излизането на пояса от отвора на корпуса на клапана когато през малката кръгова хлабина преминава с голяма скорост подаваното от буталото гориво. Абразивните частици, които се намират в горивото при своето движение снемат предимно микростружки. В началния етап от износването по повърхността на разтоварващия пояс откъм долната част се виждат напречни резки и незначително закръгление на ръба (фиг. 1)



Фиг. 1. Места където се износва затвора на клапана а) и тялото б)

От тялото на клапана се износва уплътнителния конус на седлото и направляващия отвор. Изследванията показват, че силно се износва само горната част на отвора, в участък с дължина 1,5-2mm, т.е. в зоната където работи разтоварващия пояс. Износването достига средно 0,025-0,03mm в диаметър. При

това цилиндричната форма на отвора се нарушава, т.е. тя става конусна като голямата основа е към горната част на тялото на клапана. Микрорелефът на стените на отвора на клапана в горната част (в зоната на работа на разтоварващия пояс) представлява повърхност нарязана от напречни бразди подобни като тези на разтоварващия пояс, с тази разлика, че са по-малко, а дълбочината и височината им се увеличават към горната част на тялото на клапана, т.е. обратно на разтоварващия пояс.

Целта на настоящото изследване бе да се установи какви са параметрите, определящи техническото състояние на нагнетателния клапан на горивоподаването при основните режими – стартиране, номинално натоварване и минимална честота на въртене на празен ход. Групиране на елементите по техническо състояние и създаване на „клас неизправности“, които да се използват за определяне влиянието на отделните „класове неизправности“ върху технико-икономическите и екологични параметри на работа на двигателя Д240.

За анализа на влиянието на техническото състояние на дизеловата горивна уредба върху технико-икономическите и екологични параметри на работа на двигателите са използвани трактори-булдозери собственост на фирма ВиК-ЕООД-гр.Русе, с която кат."Транспорт" има договор по НИС за диагностика и ремонт на дизелова горивна уредба. По данни на фирмата, тези машини се използват за извършването най-често на изкопни работи, като средното време на работа е около 4-5 часа на ден и двигателя работи основно в преходен-неустановен режим. Изследвани са 10 комплекта клапани за помпа УНТ-5. При изпитването на клапаните се измерват следните параметри:

- време за протичане на $0,2 \text{ cm}^3$ гориво между уплътнителните повърхнини на клапаните;
- подаване на горивото за 200 впръсквания при номинална честота на въртене n_n ;
- подаването на горивото за 200 впръсквания при пускова честота на въртене n_p ;
- подаване на горивото за 200 впръсквания при минимална честота на празен ход $n_{пр}$.

Измерването на тези параметри е извършено на помпа УНТ-5, монтирана върху стенд за проверка и регулиране на дюзи тип Hansman при температура на горивото 45° .

Предварително на горивонагнетателната помпа са монтирани нови помпени елементи и клапани и е регулирано подаването на горивото при номинална честота да бъде 17 cm^3 за 200 впръсквания, а чрез лоста за управление подаването на горивото при минимална честота на празен ход да бъде 5.4 cm^3 за 200 впръсквания, измерено е и подаването на горивото за 100 впръсквания при пускова честота. Получените стойности са приети за еталонни.

Последователността на работа при изпитването на нагнетателните клапани е следната:

- върху едната помпена секция се монтира проверявания клапан на мястото на новия;
- подава се към главата на помпата гориво с налягане 0.3 mPa .
- лоста за управление се поставя в положение "изключено подаване";
- измерва се времето, за което в капилярната тръба, монтирана към щуцера се повиши нивото с определена стойност. Колкото по-малко е това време толкова по-малка е херметичността по конусните уплатнителни повърхнини.

Получените резултати от изпитването на 10 комплекта помпи е дадено в табл. 1.

Таблица 1

Резултати от изпитване на нагнетателни клапани на помпа УТН-5

Помпа №	Клапан	Подаване на гориво за 200 впръсквания при номинална честота		Подаване на гориво за 200 впръсквания при минимална честота на празен ход		Подаване на гориво за 100 впръсквания при пускова честота		Време за протичане на горивото през конусните повърхнини	Неравномерност на подаването при мин. честота на празен ход	Неизправност
		еталон. елем.	изсл. елемент	еталон. елем.	изсл. елемент	еталон. елемент	изсл. елемент			
1	1.1	17	18	5.4	3.8	23	22	20	115%	конус
	1.2	17	18	5.4	2.8	24	24	5		конус
	1.3	17	19	5.4	10.4	25	28	330		пояс
	1.4	17	17	5.4	4.05	24	22	20		конус
2	2.1	17	18	5.4	8.4	24.5	25	180	17%	пояс
	2.2	17	18	5.4	7.4	24	25	50		конус+пояс
	2.3	17	18	5.4	8	24	25	195		пояс
2.4	2.4	17	18.5	5.4	8.8	24	27	∞	пояс	
	2.4	17	18.5	5.4	8.8	24	27	∞	пояс	
3	3.1	17	18	5.4	7.6	24.5	26	∞	42%	пояс
	3.2	17	18	5.4	8.4	25	26	∞		пояс
	3.3	17.5	18	5.4	5.4	25	24.5	∞		изправен
3.4	17	18	5.4	7	24.5	25	∞	пояс		
4	4.1	17	18	5.4	8.2	25	27	100	44%	конус+пояс
	4.2	17	17.5	5.4	7	25	26	300		пояс
	4.3	17	18	5.4	7.8	25	26	300		пояс
	4.4	17	18	5.4	9.6	24	26	300		пояс
5	5.1	18	17.5	5.4	5.8	26	25	300	63%	изправен
	5.2	17	15	5.4	3	25	23	10		конус
	5.3	17	17.5	5.4	4.6	25	21	40		конус
5.4	17	16.5	5.4	5.8	25	25	180	изправен		
6	6.1	17	18	5.4	9.2	25	28	270	108%	пояс
	6.2	17.5	18	5.4	5.6	25	23	20		конус+пояс
	6.3	17	17.5	5.4	3.8	24	22	15		конус
	6.4	17	18	5.4	11.4	25	27	100		конус+пояс
7	7.1	17	16.5	5.4	3.2	24	22	10	97%	конус
	7.2	17	18	5.4	9.6	24	27.5	90		конус+пояс
	7.3	17	18.5	5.4	8.8	25	27.5	180		пояс
	7.4	17	19	5.4	9.8	24	29	180		пояс
8	8.1	17	19	5.4	12	25	29	180	31%	пояс
	8.2	17	19	5.4	9.6	25	29	180		пояс
	8.3	17	17.5	5.4	9.2	25	27	180		пояс
	8.4	16.5	18.5	5.4	8.6	25	26	21		конус+пояс
9	9.1	17	13	5.4	2.6	25	21	18	63%	конус
	9.2	17	13	5.4	3.6	25	23	250		конус
	9.3	17	13.8	5.4	5	25	24.5	∞		изправен
	9.4	17	13.9	5.4	4	26	25	50		конус+пояс
10	10.1	16.5	17.5	5.4	10	25.5	23	300	128%	пояс
	10.2	17.5	19	5.4	11	25	28	220		пояс
	10.3	17	18	5.4	8	25	26.5	52		конус+пояс
10.4	17.5	17	5.4	2.4	24	22	7	конус		

Анализът на получените резултати от изпитването на 10 комплекта нагнетателни клапани от помпа УТН-5 е направен при следните теоретични постановки:

Износването на клапаните по разтоварващия пояс оказва най-силно влияние върху подаването на гориво при режим минимална честота на празен ход. В случаите, когато има повишаване на подаваното гориво спрямо еталонната стойност над допустимото, се приема, че това се дължи на износване на разтоварващия пояс на клапаните. Допустимата стойност на подаването на горивото е определена от условието за максимална неравномерност на празен ход 35 %.

Нехерметичността на клапаните по уплътнителните конусни повърхнини води до намаляване на подаването на горивото при режим минимална честота на празен ход. В случаите когато има протичане на гориво между конусните уплътнителни повърхнини и намалено подаване на горивото при минимална честота на празен ход е прието, че причината е в нехерметичност по уплътнителния конус.

В случаите, когато има протичане на гориво между конусните уплътнителни повърхнини и номинално или увеличено подаване на горивото при минимална честота на празен ход е прието, че има износване на разтоварващия пояс и нехерметичност по уплътнителните повърхнини.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализът на резултатите от изпитването на нагнетателните клапани показва (табл.1), че 90 % от клапаните са нездравни, като 45 % от тях са с износване по разтоварващия пояс, 25 % - с нарушена херметичност по уплътнителния пояс и 20 % - нарушена херметичност по уплътнителния конус и износване по разтоварващия пояс.

От получените резултати се вижда, че най-често срещаната неизправност е износването на разтоварващия пояс на клапана. Определянето на тази неизправност със стандартните технологии за изпитване на горивонагнетателни помпи изисква големи разходи и труд. Това налага търсене на други по-ефективни методи за диагностика.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Антипов В.В. Износ прецизионных деталей и нарушение характеристики топливной аппаратуры дизелей. М. Машиностроение, 1972, с.177.

[2] Астанов Н.В., Л.Н. Голубков, В.И. Трусов и др. Топливные системы и экономичность дизелей. М. Машиностроение, 1990, с.288.

За контакти:

Доц. д-р Александър Стоянов, Катедра "Транспорт", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 231, e-mail: astoyanov@uni-ruse.bg

Маг. инж. Тончо Балбузанов, Катедра "Транспорт", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 231, e-mail: tbalbuzanov@uni-ruse.bg

Изследванията са подкрепени по договор № BG051PO001-3.3.04/28, „Подкрепа за развитие на научните кадри в областта на инженерните научни изследвания и иновациите“. Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“ 2007-2013, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз“.

Докладът е рецензиран.