

MOST COMMON CAUSES OF DEVIATIONS IN THE HYDRAULIC CHARACTERISTICS OF COMMON RAIL NOZZLES⁹²

Principal Assist. Prof. Valentin Manev, PhD

Department of Philological and Natural Sciences, Silistra Branch,
University of Ruse "Angel Kanchev"
E-mail: vmanev@mail.bg

Principal Assist. Prof. Milen Sapundzhiev, PhD

Department of Philological and Natural Sciences, Silistra Branch,
University of Ruse "Angel Kanchev"
E-mail: milenvs@abv.bg

Abstract: *The report describes the reasons for the occurrence of deviations in the hydraulic characteristics of electromagnetic nozzles from the common rail system based on statistical data from bench tests in a specialized workshop for the repair of diesel fuel systems. Bosch, Denso and Delphi brand nozzles were tested. The research was done on a CMX6000X universal diesel fuel system test bench.*

Keywords: *Common Rail, hydraulic characteristics, electromagnetic injectors*

JEL Codes:

ВЪВЕДЕНИЕ

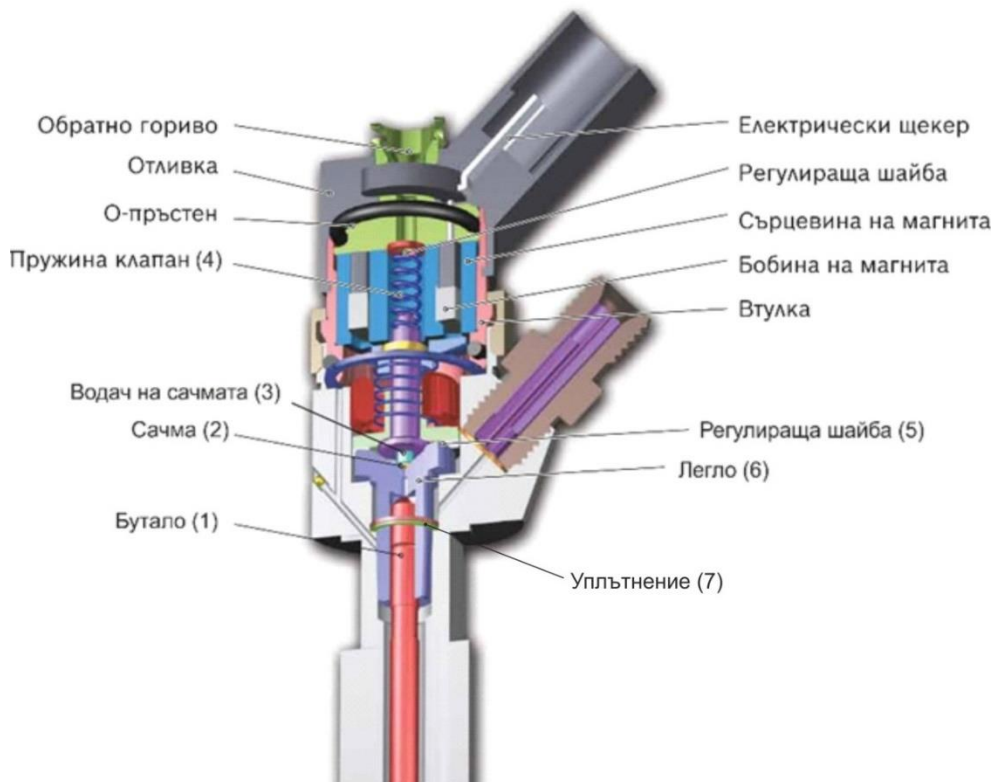
В процеса на експлоатация дизеловите двигатели влошават своите технико-икономически и екологични показатели. Това в голяма степен се дължи и на неизправности и промяна в параметрите на елементите от дизеловата горивна система. Отклоненията в хидравличните характеристики на електромагнитните дюзи на системата за впръскване Common Rail и вкарването им в зададените от производителя гранични стойности е важен фактор за нормалната работа на дизеловия двигател. (Uzuntonev Tr 2009), (Uzuntonev Tr., S. Kirov, S. Belchev, 2013).

ИЗЛОЖЕНИЕ

Появата на отклонения в хидравличните характеристики на електромагнитните дюзи от системата Common Rail е изследвана на база статистически данни от едногодишни стендови изпитания в специализиран сервиз за ремонт на дизелови горивни системи. Изпитвани са електромагнитни дюзи от марките Bosch, Denso и Delphi. Изследванията са направени на универсален стенд за изпитване на дизелови горивни системи CMX6000X по заводски изпитателни режими, при които се измерва цикловото количество гориво $Q_{\text{ц}} \text{ [mm}^3/\text{Hub]}$ при зададени налягане на впръскване $P \text{ [MPa]}$ и продължителност на впръскване $t \text{ [}\mu\text{s]}$. Изпитанията са проведени при постоянна температура на горивото $T=40^\circ\text{C}$. Измерено е цикловото количество гориво при максимално натоварване, средно натоварване, празен ход, пилотните порции и обратното (излишното) гориво. Приложени са микроскопски снимки от изследваните дюзи.

Количеството впръснато гориво зависи от времето на отворено състояние на разтоварващия клапан. (фиг.1) Това време се определя от продължителността на електромагнитния импулс, натегнатостта на пружината и хода на разтоварващия клапан, размера на въздушната хлабина между електромагнитна и котвата на разтоварващия клапан.

⁹² Докладът е представен на заседание на секция „Технически науки“ на 62-та международна научна конференция „Нови индустрии, дигитална икономика, общество – проекции на бъдещето – VI“, проведена във Филиал – Силистра на Русенски университет „А. Кънчев“, на 27 октомври 2023 с оригинално заглавие на български език: НАЙ-ЧЕСТИ ПРИЧИНИ ЗА ПОЯВА НА ОТКЛОНЕНИЯ В ХИДРАВЛИЧНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ЕЛЕКТРОМАГНИТНИ ДЮЗИ ОТ СИСТЕМАТА COMMON RAIL



Фиг.1. Устройство на разтоварващия електромагнитен клапан на дюза Bosch CRI1. (www.bosch.com)

Върху количеството впръснато гориво значително влияние оказват и началното налягане на впръскване и хода на иглата на разпръсквача.

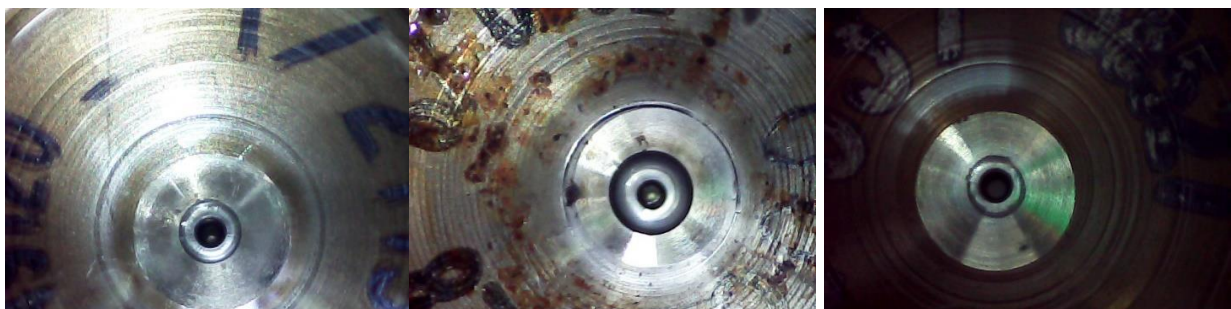
В процеса на експлоатация тези регулировъчни параметри се влошават и това води до отклонения в хидравличните характеристики на дюзите и влошаване в работата на дизеловите двигатели.

Отклоненията в цикловото количество гориво зависят до голяма степен и от дебита на изходящото гориво от управляващата камера на разтоварващия електромагнитен клапан.

В процеса на експлоатация хода на разтоварващия клапан се променя и това води до значителни промени в цикловото количество гориво и изходящото гориво.

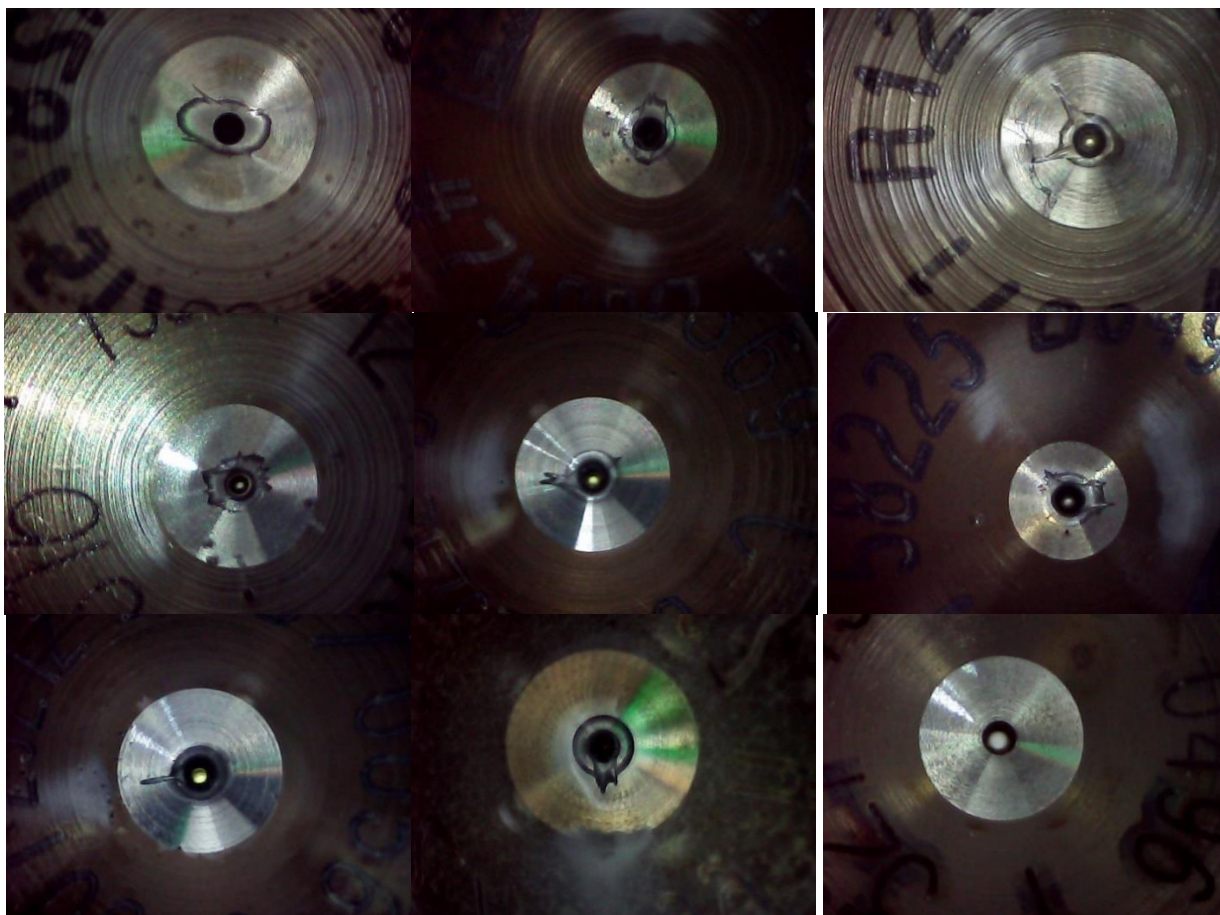
От направените изследвания се установи че основните причини за промяна на хода на разтоварващия електромагнитен клапан и промени в цикловото количество гориво и изходящото гориво са:

- **механично износване на конусното легло (6)** на разтоварващия клапан в резултат на ударното затваряне на сачмата с висока честота; (фиг. 2)



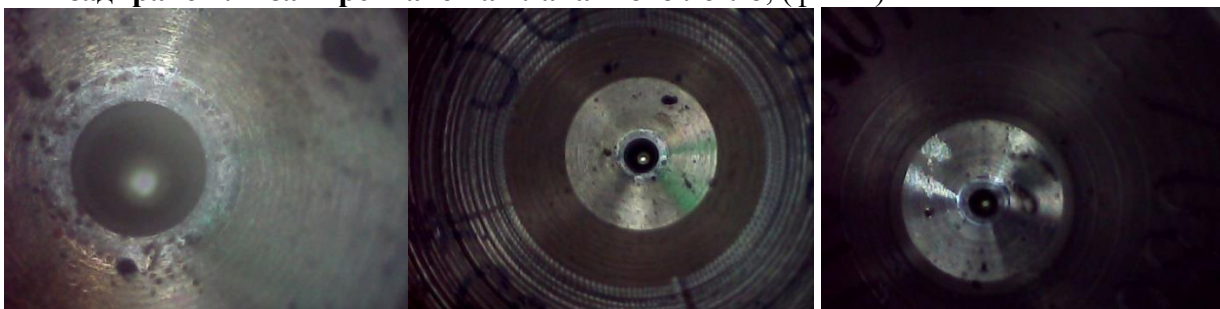
Фиг.2. Механично износване от ударното затваряне на сачмата

- **поява на хидравлична ерозия в леглото (6) на разтоварващия клапан, като резултат от изтичане на горивото с висока скорост в режим на отваряне; (фиг. 3)**



Фиг. 3. Хидравлична ерозия от изтичането на горивото с висока скорост

- **задиране или замърсяване на клапанното легло; (фиг. 4)**



Фиг. 4. Замърсено клапанно легло

- **деформация или скъсване на уплътнението (7) на клапанното легло; (фиг. 5)**



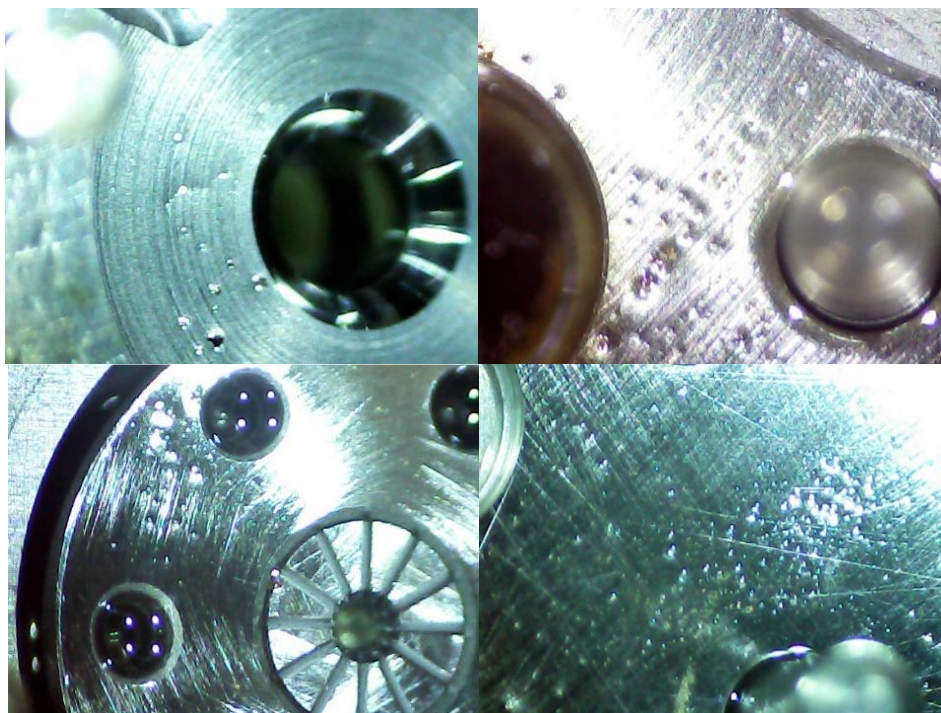
Фиг. 5. Повредено уплътнение на клапанното легло

- Друга често срещана причина за промяна в цикловото количество гориво е увеличен дебит на излишно гориво, породен от **неплътност в челната повърхност на разпръсквача** или от **задиране от замърсяване или стопяване от прегряване на разпръсквача**; (фиг. 6)



Фиг. 6. Замърсени и стопени разпръсквачи

- Отклоненията в хидравличните характеристики на дюзите от системата common rail могат да са в резултат и **от наличието на метални стружки** в горивната система породени най-често от износването на помпите за ниско или високо налягане; (фиг. 7)



Фиг. 7. Повредени елементи поради наличието на стружки

Сравнително по-рядко се срещат отклонения в хидравличните характеристики породени от следните причини:

- **Отклонения причинени от износване или запушване на корпуса на дюзата;**
- **Отклонения свързани с нормалната работа на електромагнита** - Процесът на отваряне и времето за реакция на електромагнитния клапан зависи от кривата на изменение на тока през бобината на електромагнита;
- **Отклонения причинени от работа с некачествено гориво** – съдържащо вода, бензин, отработено масло, абразивни примеси, хербициди и др.

Всички изброени причини за отклонения в хидравличните характеристики на дюзите много често са свързани помежду си и се проявяват в различни комбинации. Това затруднява значително тяхното числено представяне. Освен това изследваните марки електромагнитни дюзи имат своите конструктивни особености и различия.

Затова резултатите от направените изследвания са представени като са обобщени методите и обема подменени части за възстановяване на заводските хидравлични характеристики на дюзите. Това определя до голяма степен и цената за извършените ремонтно-възстановителни дейности.

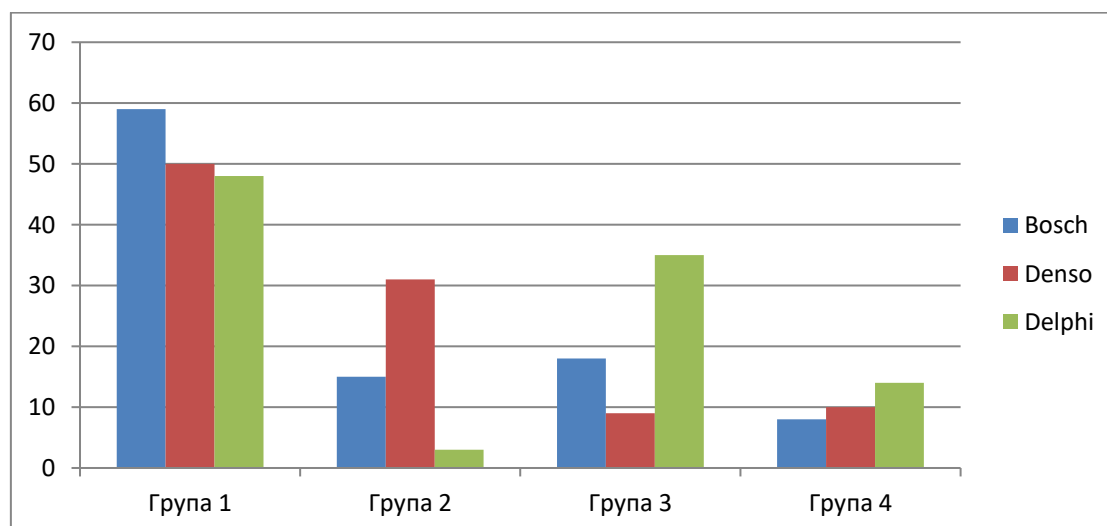
Изследваните електромагнитни дюзи са разделени в следните групи:

- **Група 1** – Дюзи, чиито характеристики са възстановени чрез почистване и регулировка;
- **Група 2** – Дюзи, чиито характеристики са възстановени чрез почистване, смяна на разпръсквач и регулировка;
- **Група 3** – Дюзи, чиито характеристики са възстановени чрез почистване, смяна на клапанна група и регулировка;
- **Група 4** – Дюзи, чиито характеристики са възстановени чрез почистване, смяна на разпръсквач и клапанна група и регулировка.

Резултатите от изследванията са представени в таблица 1 и са онагледени графично на фиг.8.

Таблица 1

	Група 1	Група 1	Група 2	Група 2	Група 3	Група 3	Група 4	Група 4
Дюзи	Бр	%	Бр	%	Бр	%	Бр	%
Bosch	178	59	46	15	54	18	25	8
Denso	79	50	49	31	14	9	16	10
Delphi	66	48	4	3	48	35	19	14



Фиг.8.Резултати от изпитването на електромагнитни дюзи

Резултатите показват, че от изследваните дюзи на около половината са възстановени нормалните хидравлични характеристики чрез почистване и регулировка.

За вариантите при които нормалните характеристики са възстановени чрез подмяна на части – за група 2 - най-много 31% са възстановени от марка Denso, за група 3 - 35% от марка Delphi, а за група 4 - 14% от марка Delphi.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на проведените изследвания за причините за измененията в хидравличните характеристики на електромагнитни дюзи от горивна уредба Common Rail могат да бъдат направени следните изводи:

1. В процеса на експлоатация електромагнитните дюзи от системата Common Rail променят своите хидравлични характеристики;
2. Най-чести причини за промяната в хидравличните характеристики са замърсяването и износванията в клапанната група и разпръсквача;
3. Необходима е профилактична проверка на електромагнитните дюзи от системата Common Rail на определен пробег на автомобила с цел установяване на текущото им състояние чрез регистриране на хидравличните им характеристики и вкарването им в допустимите граници.

REFERENCES

Diesel engine control systems, Robert Bosch GmbH, 2004. (Hammer J., Einspritztechnik, Universitat Stuttgart, 2011.

Uzuntonev Tr., "Regulation and testing of electromagnetic nozzles from the system Common Rail", Collection of reports of scientific conferences of RU "A. Kanchev" 2009, Volume 48, Series 4, p. 37-41. (**Оригинално заглавие:** УзунтоневТр., „Регулировка и изпитване на електромагнитни дюзи от системата Common Rail”, Сборник доклади на научни конференции на РУ „А. Кънчев” 2009, том 48, серия4, стр. 37-41;)

Uzuntonev Tr., S. Kirov, S. Belchev, "Changes in the hydraulic characteristics of the nozzles and the strength qualities of sprinklers from the Common Rail fuel system during long-term operation", SCIENTIFIC PAPERS OF THE UNIVERSITY OF RUSE - 2013, volume 52, series 4, p. 84-88; (**Оригинално заглавие:** УзунтоневТр., С.Киров, С.Белчев, „Изменения в хидравличните характеристики на дюзите и якостните качества на разпръсквачи от горивна уредба Common Rail при продължителна експлоатация“, Научни трудове на РУ „А. Кънчев” - 2013, том 52, серия 4, стр.84-88;)

www.bosch.com