



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ

ФАКУЛТЕТ ПО ТРАНСПОРТА

Катедра ”Двигатели, автомобилна техника и транспорт”

маг. инж. Георги Димитров Палагачев

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕКОЛОГИЧНИ ПАРАМЕТРИ НА АВТОМОБИЛИ В ЕКСПЛОАТАЦИЯ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

на дисертация

за придобиване на образователна и научна степен

„Доктор”

Област на висше образование: 5. Технически науки

Професионално направление: 5.5. Транспорт, корабоплаване и авиация

Научна специалност: Управление и организация на автомобилния транспорт

Научен ръководител:

доц. д-р инж. Володя Иванов Киров

Рецензенти:

1. проф. д-р инж. Вълчо Николов Николов
2. доц. д-р инж. Митко Димитров Маринов

София, 2021 г.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от Катедрения съвет в разширен състав на катедра „Двигатели, автомобилна техника и транспорт” при Технически университет – София, състояло се на 14.07.2021 г.

Дисертантът е докторант в редовна форма на обучение в катедра „Двигатели, автомобилна техника и транспорт” към Факултет по транспорта при ТУ – София, където е разработил дисертационния си труд.

Дисертационният труд се състои от увод, четири глави, общи изводи, приноси по дисертацията, списък с използвана литература и списък с публикациите. Общият обем е от 149 страници, съдържащ 104 фигури и 56 таблици. Списъкът на използваните литературни източници съдържа 144 заглавия. Към дисертацията, подвързани в отделен том, са дадени 4 приложения с обем от 42 страници и съдържащи 5 фигури и 55 таблици.

Означенията на главите, формулите, фигурите, таблиците и използваната литература в автореферата съответстват на тези от дисертацията.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 16.11.2021 г. от 13:00 часа в конферентната зала на БИЦ към Технически университет-София на открито заседание на научното жури, определено със заповед № ОЖ-5.5-24/23.07.2021 г. на Ректора на ТУ-София.

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в канцеларията на Факултета по транспорт при ТУ-София, на адрес: гр. София, бул. „Климент Охридски” № 8, бл. 9, ет. 3, каб. 9308.

Автор: маг. инж. Георги Димитров Палагачев

Заглавие: „Изследване на екологични параметри на автомобили в експлоатация”

Тираж: 30 бр.

Печатна база: Издателство на ТУ-София

ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Актуалност на проблема

Проблемът за опазването на околната среда е един от най-актуалните в наши дни. Газовите емисии* от автомобилния транспорт се считат за едни от най-съществените причинители на множество локални и глобални вредни последствия, свързани с явлението "фотохимичен смог" в големите градове, намаляването на озоновия слой, възникването на т. н. "парников ефект", глобалното затопляне на атмосферата и др.

2. Обща характеристика на приносите

Чрез прилагане на общата методика са събрани и обработени голям брой статистически данни и са проведени изследвания на влиянието на пробега и на възрастта на автомобилите върху вредните емисии чрез прилагане на корелационно-регресионен анализ и на клъстерен анализ. Предложени са адекватни модели, описващи влиянието и на множество други фактори върху изследваните екологични параметри. Извършен е сравнителен анализ на действащата нормативна уредба, касаеща периодичните прегледи за проверка на техническата изправност на моторните превозни средства, по отношение на вредните емисии. Получените резултати и обобщени изводи от проведените експериментални и статистически изследвания позволяват да се направят обосновани и конкретни предложения за промяна в действащата законова и подзаконова нормативна уредба, касаеща пряко или косвено нивото на вредните емисии в отработилите газове на автомобилите, което да допринесе за подобряване на чистотата на атмосферния въздух.

3. Реализация

Получените резултати при прилагането на методиката на изследването са обобщени с математически модели и дават основа за прилагане при изследване на екологичните параметри на големи извадки от автомобили с разнороден състав по възраст и пробег. Общите изводи могат да послужат за обосновка за коригиране на нормативната уредба с цел подобряване на ефективността на контрола и намаляване на замърсяването на атмосферния въздух.

4. Аprobация на дисертацията

Основните резултати от дисертацията са представени в 5 научни публикации. Докладвани са на различни конференции както следва: Международна научно-техническа конференция по ДВГ и моторни превозни средства MOTAUTO'03, Научно-техническа

* В случая под газови емисии, а и напред в текста на дисертационния труд, ще разбираме контролируемите за целите на типовото одобрение газови емисии на въглероден оксид (CO), въглеродороди (HC) и азотни оксиди (NO_x), но също и фините прахови частици (ФПЧ) с големина до 10 µm (PM₁₀), въпреки че последните не са в газова фаза.

конференция с международно участие ЕКОВАРНА`2007, Научна конференция с международно участие по авиационна, автомобилна и железопътна техника и технологии Бул Транс-2012, 59-та научна конференция на Русенски университет „Ангел Кънчев“ и Съюз на учените – Русе „Нови индустрии, дигитална икономика, общество – проекции на бъдещето IV“, 10th International Scientific Conference “TechSys 2021” – ENGINEERING, TECHNOLOGIES AND SYSTEMS, 2021.

СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИЯТА

УВОД

В увода е обоснована актуалността и мотивите за работа по темата. Обект на изследване са автомобили в експлоатация от категории M1 и N1. Предмет на изследване са нормируемите екологични параметри на автомобили в експлоатация.

ГЛАВА 1. СЪСТОЯНИЕ НА ПРОБЛЕМА, ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА РАБОТАТА

Направен е анализ на 144 литературни източници и публикации в интернет по въпроси, свързани с изискванията към качеството на горивата, вредните емисии в отработилите газове и на нормативната уредба, касаеща одобряването на типа на автомобилите и контрола на техническото им състояние по отношение на вредните емисии.

С Наредба № Н-32 са въведени максимално допустимите стойности за въглеродния оксид (Таблица 1.1), респективно за коефициента на поглъщане на светлината (Таблица 1.2), които са определени от производителя.

Таблица 1.1
Максимално допустими стойности за въглероден оксид

Вредни емисии		
Обект на проверката	Максимално допустимите стойности	
Емисии от двигатели без каталитични неутрализатори	Година на производство:	Проверка на празен ход
	Преди 01.10.1986 г. След 01.10.1986 г.	1. $CO \leq 4,5 \%$ 2. $CO \leq 3,5 \%$
Емисии от двигатели с каталитични неутрализатори	Преди 01.07.2002 г.	1. Проверка на празен ход $CO \leq 0,5 \%$ 2. Проверка на ускорен празен ход (честота на въртене не по-малка от 2000 min^{-1}) $CO \leq 0,3 \%$, $\lambda = 1,00 \pm 0,03$
	След 01.07.2002 г.	1. Проверка на празен ход $CO \leq 0,3 \%$ 2. Проверка на ускорен празен ход $CO \leq 0,2 \%$, $\lambda = 1,00 \pm 0,03$

Максимално допустими стойности за коефициент на светопоглъщане

Вредни емисии	
Обект на проверката	Максимално допустимите стойности
Коефициент на светопоглъщане	$k \leq 2,5 \text{ m}^{-1}$ за двигатели с атмосферно пълнене; $k \leq 3,0 \text{ m}^{-1}$ за двигатели с принудително пълнене; $k \leq 1,5 \text{ m}^{-1}$ за МПС с двигатели Евро 4, двигатели Евро 5, двигатели на екологични превозни средства (EEV) и с двигатели от одобрен тип съгласно граничните стойности за вредни емисии, посочени в последващите изменения на Директива 2005/55/ЕО или на Директива 70/220/ЕИО, така както тя е изменена с Директива 2003/76/ЕС. $k \leq 0,7 \text{ m}^{-1}$ за МПС, типово одобрени в съответствие с Регламент (ЕО) № 715/2007, приложение I, таблица 2 (Евро 6) и МПС, типово одобрени в съответствие с Регламент (ЕО) № 595/2009 (Евро 6).

Цел и задачи на дисертационния труд

Целта на работата е да се изследват нормируемите екологични параметри на автомобили в експлоатация и на тази основа да се оценят влиянията на пробегата и на възрастта на автомобилите върху тези екологични параметри, като резултатите се сравнят с действащите екологични норми, и да се предложат мерки за намаляване на вредните емисии от автомобилния транспорт.

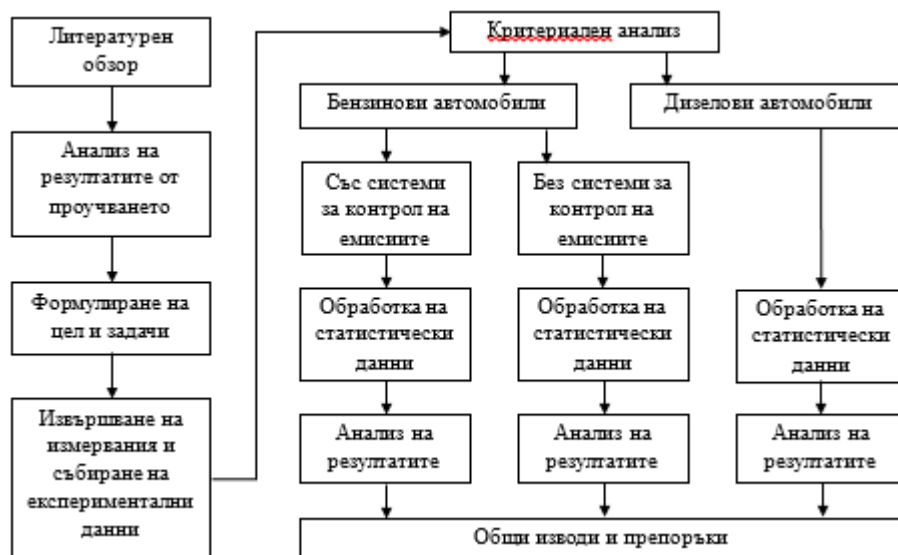
За постигане целта на дисертационната работа са поставени за решаване следните задачи:

1. Да се разработи обща методика на изследването и да се изберат частни методики и инструментариум за провеждане на измерванията и за обработка на изследваните показатели.
2. Да се проведе експериментално изследване на автомобили в експлоатация, като за двигатели с принудително запалване (бензинови) се измерват стойностите на нормируемите параметри в отработилите газове (въглероден оксид и въздушно отношение), а за автомобили със запалване чрез сгъстяване (дизелови) се измерва коефициентът на светопоглъщане на отработилите газове, чрез който индиректно се съди за съдържанието на дисперсни частици в тях.
3. Да се създадат математични модели, описващи влиянието на пробегата и възрастта на автомобилите върху изследваните екологични параметри.
4. Да се изследват взаимните връзки между съдържанието на различните вредни компоненти в отработилите газове и да се извърши проверка за наличието на функционални и/или корелационни зависимости между тях чрез създаване на корелационни матрици.
5. Да се извърши сравнение на измерените показатели спрямо действащите за съответните автомобили екологични норми.

6. Да се направят изводи и препоръки за намаляване на вредното въздействие от емисиите в отработилите газове на автомобилите върху околната среда в Република България.

ГЛАВА 2. ОБЩА МЕТОДИКА И ИНСТРУМЕНТАРИУМ ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ИЗМЕРВАНИЯТА И ЗА ОБРАБОТКА НА ИЗСЛЕДВАНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Създадена е обща методика за разработването на дисертационния труд, която е показана в графичен вид на Фиг. 2.1.



Фиг. 2.1. Обща методика за разработването на дисертационния труд

Методите на математическата статистика са използвани в изследвания на експлоатационна надеждност в областта на автомобилния транспорт. В инженерната практика най-често се използват елементите на надеждността, характеризиращи нейните комплексни свойства: безотказност, трайност, ремонтпригодност и съхраняемост. Важно комплексно свойство на надеждността е „дълготрайност“ („трайност“). То характеризира способността на обекта да запазва работоспособното си състояние до достигане на гранично (пределно) състояние при спазване на възприетата система за поддържане и ремонт. Освен като комплексна характеристика на автомобила, дълготрайността може да се оценява и по отношение на отделни негови компоненти, каквито са изследваните в този дисертационен труд системи за контрол на емисиите.

1.2. Разпределение на Вейбул.

Едно от разпространените двупараметрични разпределения с параметри – форма и мащаб е вероятностното разпределение на Вейбул. То намира широко приложение в теорията на надеждността като статистически модел на времето за безотказна работа при условие, че вероятността за поява на отказите се изменя с времето.

2. Видове изпитвания.

За целите на едно изпитване трябва предварително да се определи неговият обект. Обектът може да бъде отделно техническо изделие със самостоятелно предназначение, например: автомобил или съставна негова система, уредба, отделен технически възел и др.

Основните използвани методи на изпитания за определяне на количествени показатели, характеризиращи техническото състояние на автомобилите, са: аналитични; ускорени – полигонни, стендови; експлоатационни – в реални условия.

При измерванията по настоящия дисертационен труд са използвани частни методики, които са нормативно установени чрез Наредба № Н-32 на МТИТС.

Измерванията се извършват при случаен пробег и в случаен момент от експлоатацията на превозните средства, при което е възможно отказите на системите за контрол на емисиите (ако има такива) да са настъпили в по-ранен период от експлоатацията.

За оценка на съдържанието на вредните компоненти в отработилите газове при автомобилите с бензинови двигатели са нормирани и се измерват следните параметри:

- При двигатели без системи за контрол на емисиите – въглероден оксид (СО), измерен на празен ход на двигателя (при минимална честота на въртене);
- При двигатели със системи за контрол на емисиите – СО, измерен на празен ход и на ускорен празен ход на двигателя (празен ход при повишена честота на въртене), а също така и въздушно отношение (λ), измерено на ускорен празен ход на двигателя.

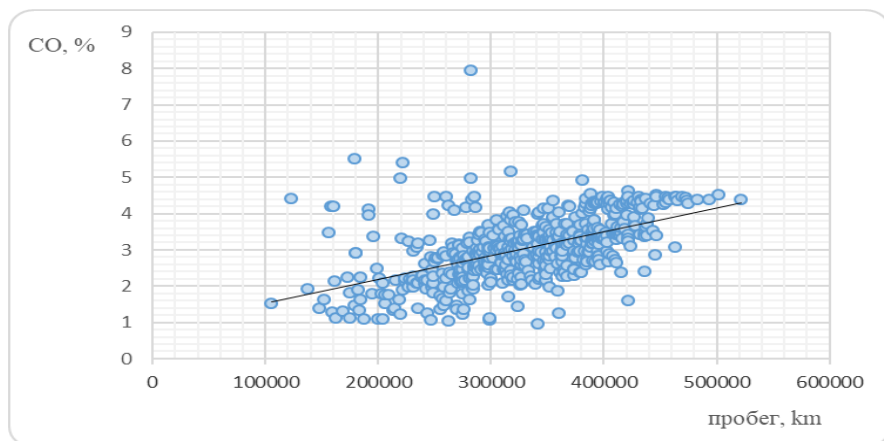
За оценка на съдържанието на вредните компоненти в отработилите газове при автомобилите, с дизелови двигатели е нормиран и се измерва коефициентът на светопоглъщане (k), чрез който се определя димността на двигателя, като по този начин индиректно се съди за съдържанието на фини прахови частици (ФПЧ, PM_{10}).

Уредите, с които се измерват вредните емисии в отработилите газове трябва да са от одобрен тип и подлежат на периодична проверка. Поради спецификата на задачите за изпълнение, а именно извършване на измервания на територията на цялата страна, възниква необходимостта от използване на уреди от различни марки и модели. По тази причина са използвани наличните на пазара уреди (газоанализатори и димомери) от одобрен тип, със сходни характеристики по отношение на измерваните параметри.

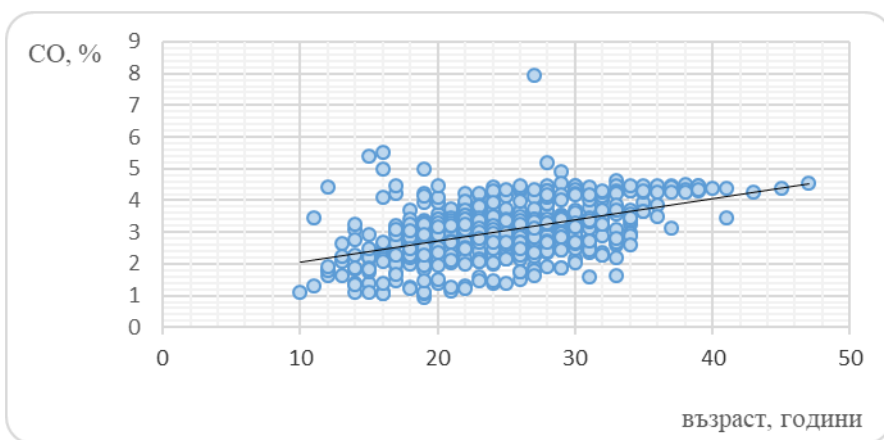
ГЛАВА 3. ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕКОЛОГИЧНИ ПАРАМЕТРИ НА АВТОМОБИЛИ С БЕНЗИНОВИ ДВИГАТЕЛИ

От нивото на вредните емисии в отработилите газове може индиректно да се оцени общото техническо състояние на двигателя, но също и изправността на системите за контрол на емисиите, в това число и на каталитичните неутрализатори при бензиновите автомобили.

Данните от измерванията на CO от двигатели без системи за контрол на емисиите във функция съответно от пробег и от възрастта са представени графично на Фиг. 3.1 и Фиг. 3.2.

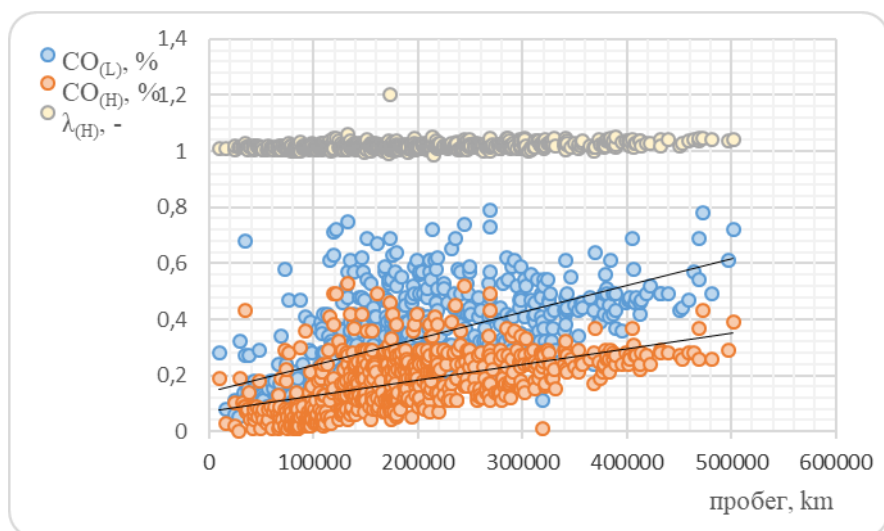


Фиг. 3.1. Графично представяне на данните за CO във функция от пробег.

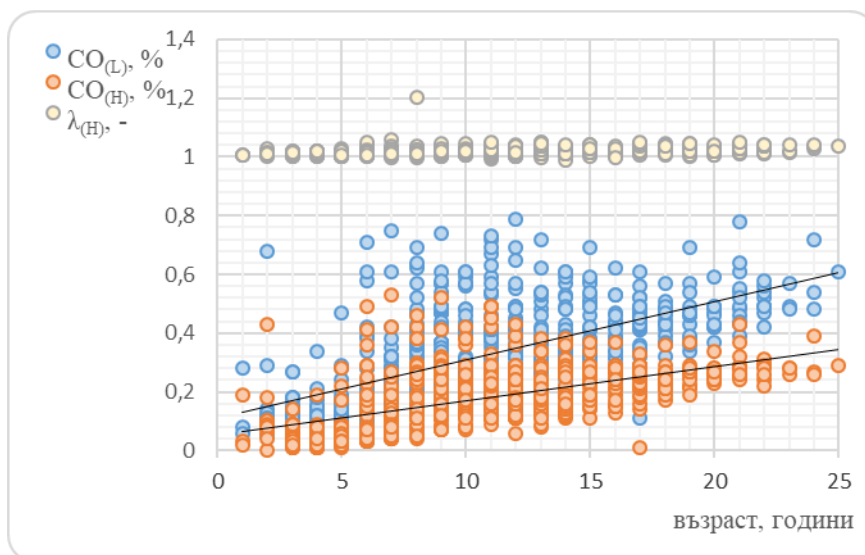


Фиг. 3.2. Графично представяне на данните за CO във функция от възрастта

Данните от измерванията на CO и λ от двигатели със системи за контрол на емисиите във функция съответно от пробег и от възрастта са представени графично на Фиг. 3.3 и Фиг. 3.4.



Фиг. 3.3. Графично представяне на данните за CO_(L), CO_(H) и λ във функция от пробег



Фиг. 3.4. Графично представяне на данните за $\text{CO}_{(L)}$, $\text{CO}_{(H)}$ и λ във функция от възрастта

При работата със софтуерния продукт STATGRAPHICS са въведени и допълнителни обозначения, описани в Таблица 3.1.

Таблица 3.1
Допълнителни обозначения

№	Nobi
година на производство	Ypbi
година на измерване	Ymbi
възраст, години	Agebi
пробег, km	Kmbi1000/1000
t, °C	Tbi
$n_{(L)}$, min^{-1}	NbiL
$\text{CO}_{(L)}$, %	CObiL
$\text{HC}_{(L)}$, ppm	HCbiL
$\text{CO}_{2(L)}$, %	CO2biL
$n_{(H)}$, min^{-1}	NbiH
$\text{CO}_{(H)}$, %	CObiH
$\text{HC}_{(H)}$, ppm	HCbiH
$\text{CO}_{2(H)}$, %	CO2biH
$\lambda_{(H)}$, -	LambiH

При предварителната обработка на данните от измерванията при автомобили без системи за контрол на емисиите е установено, че техният брой намалява прогресивно, а от друга страна нормите за тях са значително по-високи. По тази причина фокусът на статистическите изследвания е поставен върху автомобилите със системи за контрол на емисиите.

За изследването представляват интерес следните зависимости:

1. Въглероден оксид ($\text{CO}_{(L)}$ и $\text{CO}_{(H)}$) и въздушно отношение ($\lambda_{(H)}$) като функция от възрастта на автомобилите: $\text{CO}_{(L)} [\%] = f(\text{възраст} [\text{години}])$; $\text{CO}_{(H)} [\%] = f(\text{възраст} [\text{години}])$; $\lambda_{(H)} [-] = f(\text{възраст} [\text{години}])$.

2. Въглероден оксид ($\text{CO}_{(L)}$ и $\text{CO}_{(H)}$) и въздушно отношение ($\lambda_{(H)}$) като функция от пробега на автомобилите: $\text{CO}_{(L)} [\%] = f(\text{пробег} [\text{km}])$; $\text{CO}_{(H)} [\%] = f(\text{пробег} [\text{km}])$; $\lambda_{(H)} [-] = f(\text{пробег} [\text{km}])$.

Пробегът е в хиляди километри.

С индекс (L) са обозначени стойностите, измерени при ниски честоти на въртене (на празен ход на ДВГ) , а с индекс (H) – измерените при високи честоти на въртене (над 2000 min^{-1}).

Приложена е описателна едномерна статистика за изследване на данните по години, както и за целият период на измерването. Описателна едномерна статистика на обобщените резултати е представена в Таблица 3,2.

Таблица 3.2
Описателна едномерна статистика

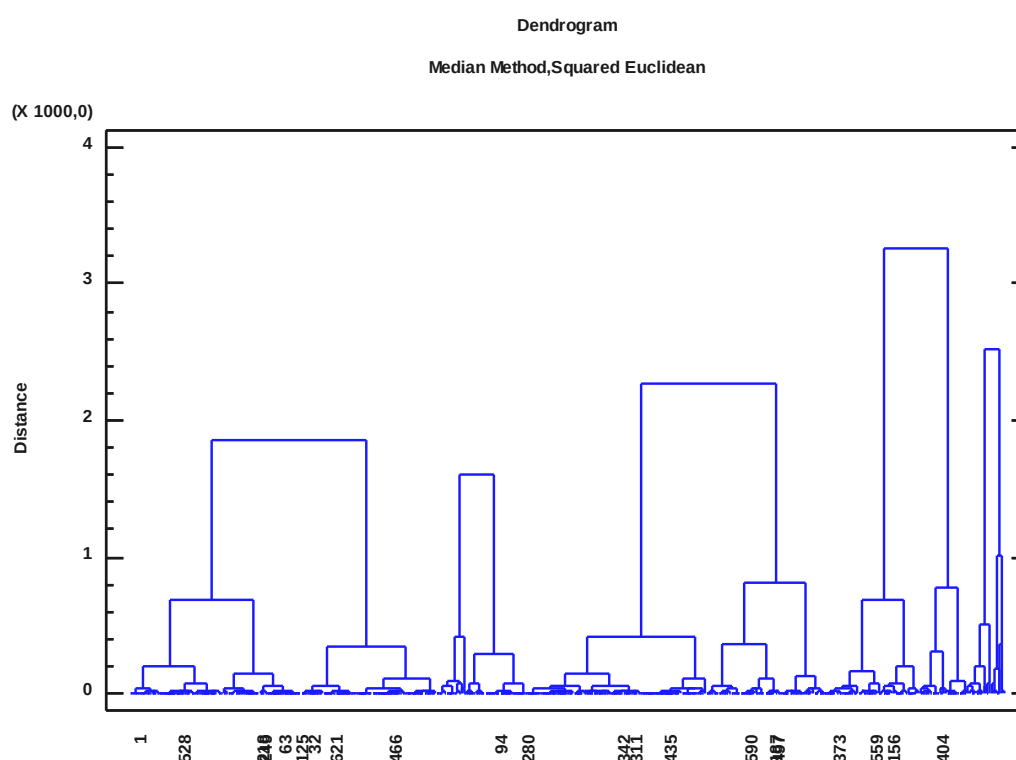
Параметър	CObiL	CObiH	LambiH
Брой	649	649	649
Средна стойност	0,323451464	0,179506934	1,01845054
Медиана	0,31	0,18	1,017
Дисперсия	0,0254090567	0,0105766084	0,0000993950962
Стандартно отклонение	0,159402185	0,102842639	0,00996970893
Коефициент на вариация	49,2816398 %	57,2917361 %	0,978909485 %
Асиметрия	0,371683173	0,397663437	0,876436896
Стандартизирана асиметрия	3,86562413	4,1358272	9,11522462
Ексцес	-0,544579467	-0,126689314	1,25654603
Стандартизиран ексцес	-2,8319005	-0,658804737	6,53424072

Таблица 3.2 показва обобщена статистика за всяка от избраните променливи данни. Включват се статистики за централна тенденция, мерки за променливост и мерки за форма. В случая от особен интерес са стандартизираната асиметрия и стандартизираният ексцес, които могат да се използват, за да се определи дали извадката идва от нормално разпределение. Стойностите на тези статистически данни извън диапазона от - 2 до + 2 показват значителни отклонения от нормалното разпределение. И трите изследвани променливи показват стандартизирани стойности на асиметрия извън очаквания диапазон. От друга страна променливите $\text{CO}_{(L)}$ и $\lambda_{(H)}$ показват и стандартизирани стойности на ексцеса извън очаквания диапазон, следователно може да се очаква двупараметрично разпределение от типа с мащаб и форма.

За целите на изследването са важни зависимостите на измерените показатели като функция от пробега на автомобилите и тяхната възраст. В променливата „пробег“ има 286

различни стойности и не може да се използва като качествена или групираща променлива. Поради тази причина е образуван допълнителна променлива – клъстери на „пробег“, която е обозначена с CLUSTNUMS_bi. Всяка от стойностите в променливата Kmbi1000/1000 притежава номер в кой клъстер се намира.

За образуването на тази променлива е използван клъстерен анализ. Клъстерите по същество са групи от наблюдения (попадения на случайната величина) със сходни характеристики. За да се образуват клъстерите, процедурата започва с всяко наблюдение в отделна група. След това комбинира двете наблюдения, които са най-близо едно до друго, за да образува нова група. След преизчисляване на разстоянието между групите, двете групи, които са най-близо заедно, се комбинират. Този процес се повтаря, докато не останат само 5 групи, както е показано на Фиг. 3.5.

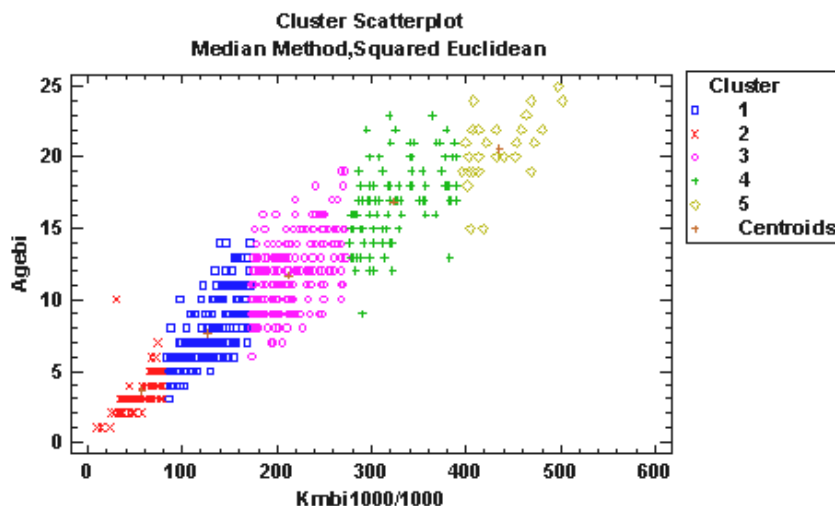


Фиг. 3.5. Дендрограма на образуване на клъстерите

Тази процедура е създала 5 клъстера (Таблица 3.3) от предоставените 649 наблюдения. Графичното представяне на данните в клъстерите е показано на Фиг. 3.6.

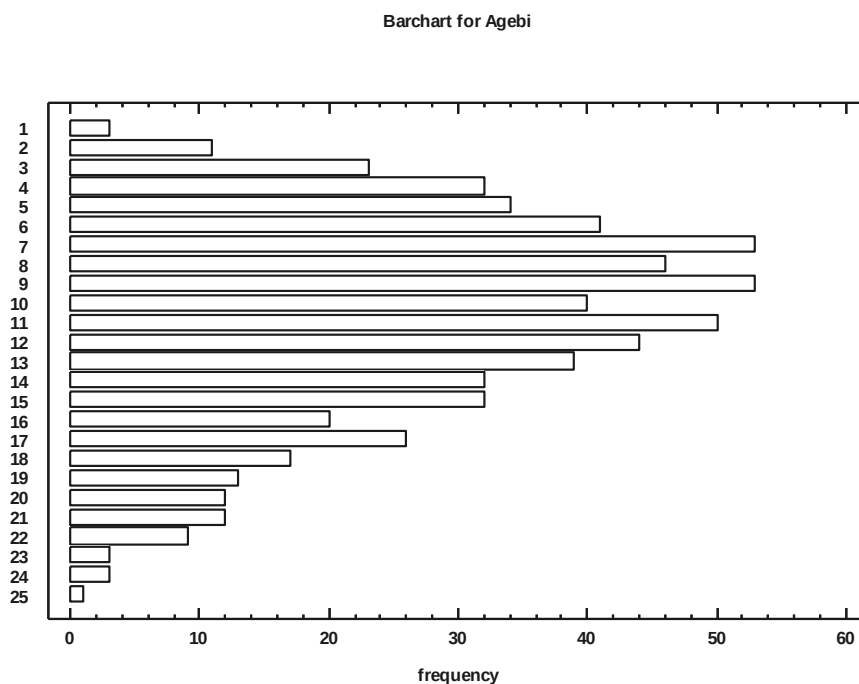
Таблица 3.3
Клъстери на пробега

Клъстер	Пробег, хил. км	Възраст	Брой	%
1	125,501	7,71	227	34,98
2	56,422	3,57	68	10,48
3	211,583	11,75	221	34,05
4	323,652	16,90	106	16,33
5	434,425	20,62	27	4,16



Фиг. 3.6. Графично представяне на данните в клъстерите

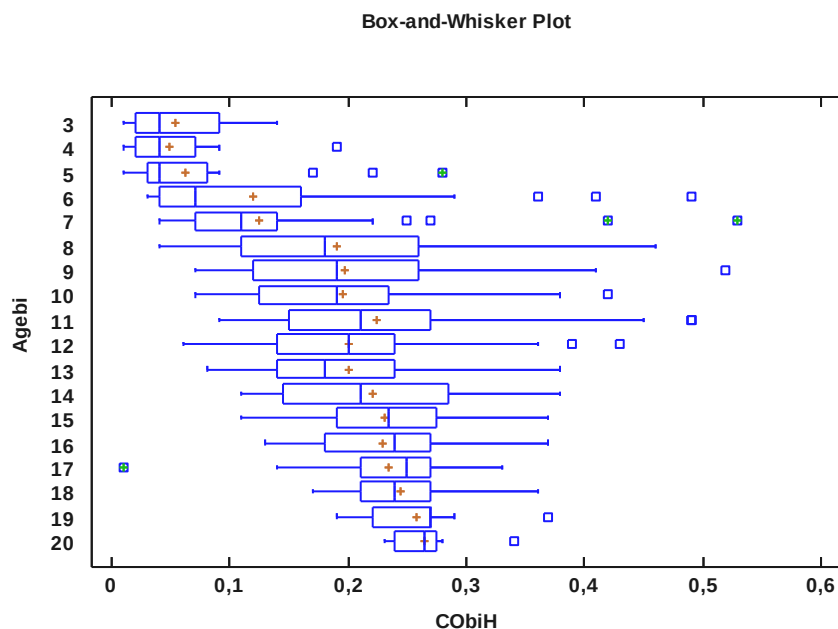
В променливата „възраст“ има 25 различни стойности и може да се използва като качествена или групираща променлива. Данните по този показател са представени на Фиг. 3.7.



Фиг. 3.7. Графично представяне на фактора „възраст“

1.1.2. Зависима променлива $CO_{(H)}$.

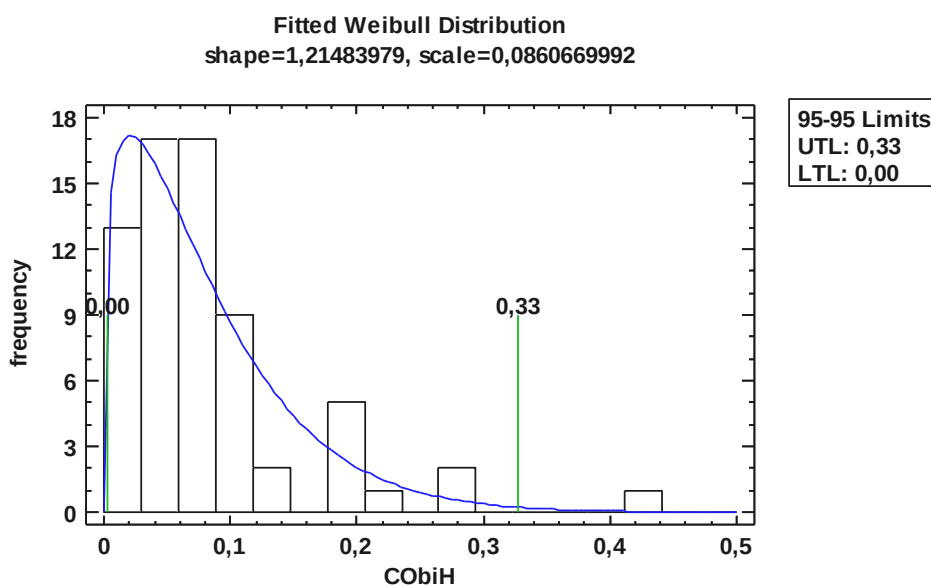
Графичното представяне на едномерната описателна статистика е показано на Фиг. 3.10. Наличието на далечни външни точки може да означава отклонения или силно изкривено разпределение. Подобни статистики са изведени и за останалите изследвани параметри както във функция от пробега, така и във функция от възрастта.



Фиг. 3.10. Едномерна описателна статистика на $CO_{(H)}$

2.2.2.2. Клъстер 2, в който данните са групирани около центроида със стойност 56,422 хил км.

Получена е хистограмата на данните, посочена на Фиг. 3.24.



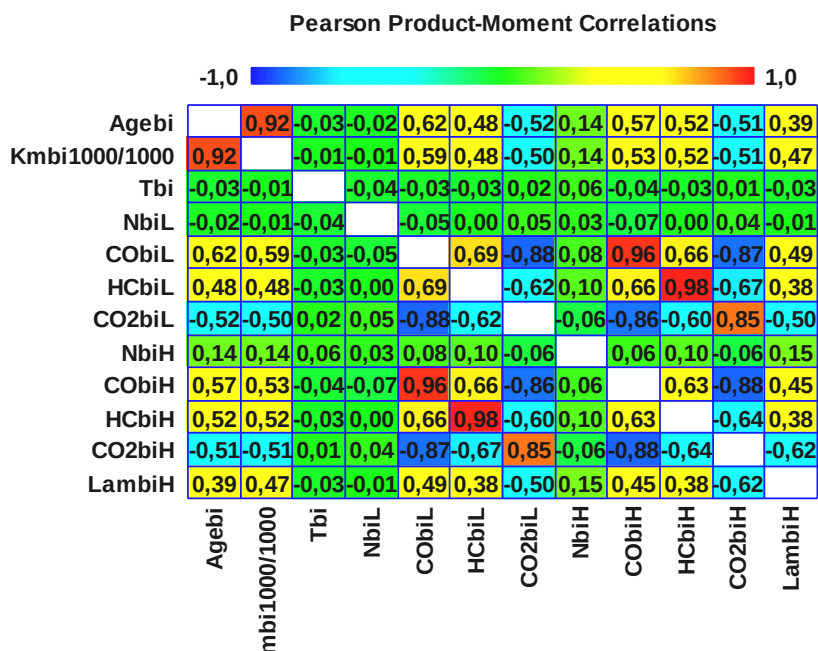
Фиг. 3.24. Хистограма на данните за $CO_{(H)}$

Подобни графики и таблици са изведени и за другите изследвани параметри.

3. Изследване на корелацията между променливите.

3.1. Корелация по Пирсън (Pearson).

Данните от изследването на корелацията по Пирсън са графично представени на Фиг. 3.30. Коефициентите на корелация варират между - 1 и + 1 и измерват силата на линейната връзка между променливите. Р-стойностите под 0,05 показват статистически значими корелации при 95-процентна доверителна вероятност.



Фиг. 3.30. Корелация по Пирсън

При корелационния анализ са използвани още критериите на Кендал и Спирман, които показват сходни резултати.

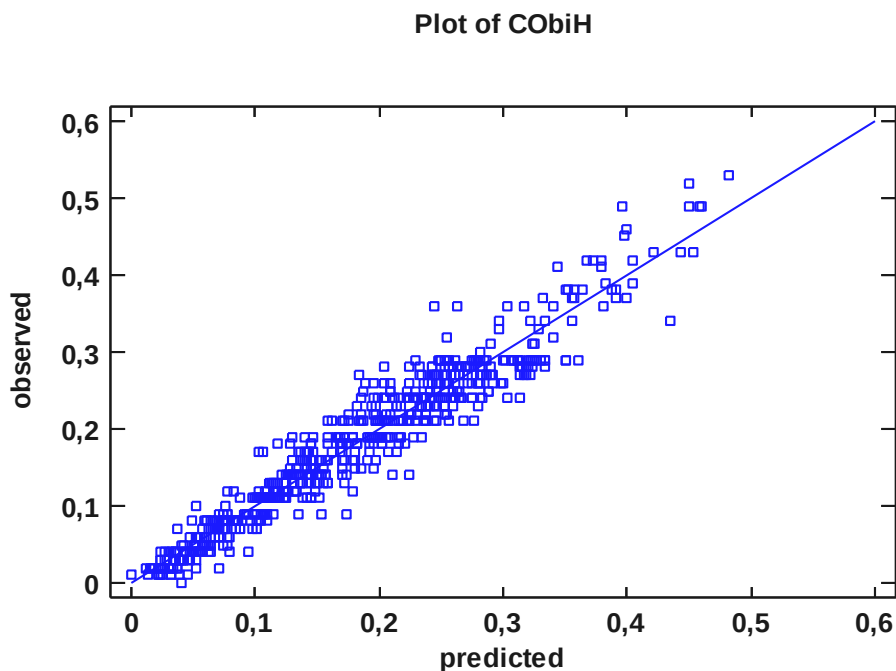
6.2. Обобщен регресионен модел на променливата $CO_{(H)}$.

Моделът е без константа, с точност на описанието 98,25 % и има показания по-долу вид (3.5). Индикаторните променливи са: $I1(1)$, $I1(2)$, $I1(3)$, $I1(4)$, $I1(5)$, $I1(6)$, $I2(1)$, $I2(2)$, $I2(3)$, $I2(4)$, $I2(5)$, $I2(6)$, $I2(7)$, $I2(8)$, $I2(9)$, $I2(10)$, $I2(11)$, $I2(12)$, $I2(13)$ и $I2(14)$.

Индикаторните променливи при конкретните изследвания се определят от принадлежността на всеки изследван автомобил към съответния му Евро-стандарт и годината на извършване на измерването.

$$\begin{aligned}
 CO_{biH} = & 0,00193340234.I1(1) + 0,0154505475.I1(2) + \\
 & 0,0180110069.I1(3) + 0,00459653536.I1(4) - 0,0061342071.I1(5) - \\
 & 0,0110417541.I1(6) + 0,0190557261.I2(1) - 0,00286372981.I2(2) - \\
 & 0,0163962989.I2(3) - 0,0119527028.I2(4) + 0,000823257487.I2(5) + \\
 & 0,00326564711.I2(6) + 0,00816835545.I2(7) + 0,00875251974.I2(8) + \\
 & 0,0104105657.I2(9) + 0,00748995259.I2(10) + 0,00415572077.I2(11) - \\
 & 0,00250338343.I2(12) - 0,00814500016.I2(13) - 0,0140187295.I2(14) - \\
 & 0,000484211609.Agebi - 0,0000280173121.(Kmbi1000/1000) + \\
 & 0,317667.LambiH + 0,574388924.CO_{biL} + 0,0154646907.CO_{2biL} - \\
 & 0,0359852382.CO_{2biH} + 0,000105309698.HC_{biL} - \\
 & 0,00013574875.HC_{biH} - 0,0000286415095.NbiL + \\
 & 0,00000996975647.NbiH - 0,0000958868966.Tbi
 \end{aligned} \tag{3.5}$$

На Фиг. 3.49 са изобразени попаденията от измерванията и прогнозираните стойности, както и регресионната линия на модела.



Фиг. 3.49. Регресионна линия на модела за CO_(H)

Аналогични обобщени регресионни модели са изведени и за останалите изследвани величини.

III. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ИЗМЕРЕНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПРЯМО ДЕЙСТВАЩИТЕ ЗА СЪОТВЕТНИТЕ АВТОМОБИЛИ НОРМИ.

1. При автомобили с двигатели със системи за контрол на емисиите.

1.1. Автомобили, произведени преди 2002 г.



Фиг. 3.51. Процентно съотношение в извадката (изправни/неизправни)

1.2. Автомобили, произведени след 2002 г.



Фиг. 3.52. Процентно съотношение в извадката (изправни/неизправни)

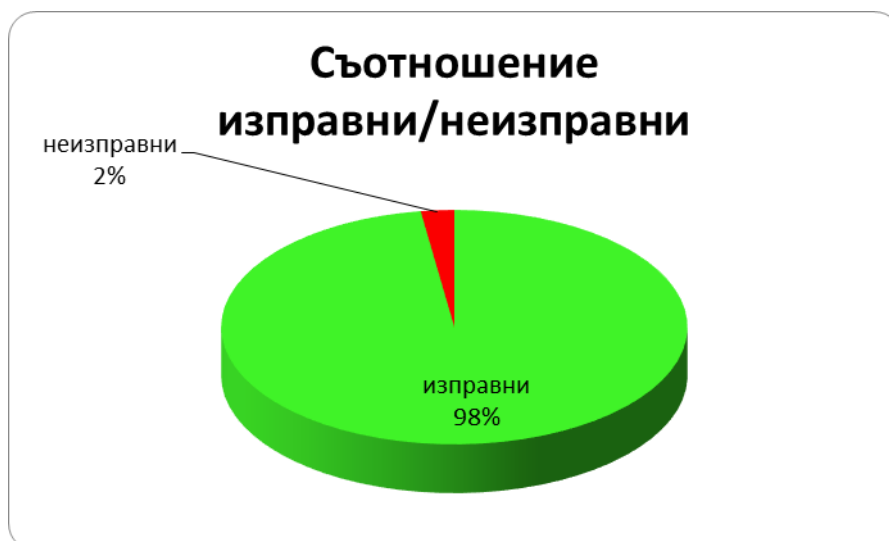
1.3. Общо за цялата извадка.



Фиг. 3.53. Процентно съотношение в извадката (изправни/неизправни)

2. При автомобили с двигатели без системи за контрол на емисиите.

2.1. Автомобили, произведени преди 1986 г.



Фиг. 3.54. Процентно съотношение в извадката (изправни/неизправни)

2.2. Автомобили, произведени след 1986 г.



Фиг. 3.55. Процентно съотношение в извадката (изправни/неизправни)

2.3. Общо за цялата извадка.



Фиг. 3.56. Процентно съотношение в извадката (изправни/неизправни)

IV. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ИЗМЕРЕНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПРЯМО ВЪВЕДЕНИТЕ ЗА СЪОТВЕТНИТЕ АВТОМОБИЛИ НОРМИ ПО „ЕКОЛОГИЧНА ГРУПА НА МПС“.

1. Автомобили, произведени в периода 1998 ÷ 2002 г.



Фиг. 3.59. Процентно съотношение в извадката (изправни, в норма/изправни, извън норма)

2. Автомобили, произведени след 2009 г.



Фиг. 3.62. Процентно съотношение в извадката (изправни, в норма/изправни, извън норма)

ГЛАВА 4. ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕКОЛОГИЧНИ ПАРАМЕТРИ НА АВТОМОБИЛИ С ДИЗЕЛОВИ ДВИГАТЕЛИ

За общата техническа изправност на дизеловите двигатели и в частност за изправността на каталитичните неутрализатори и филтрите за разграждане на дисперсните частици (саждоуловители) може да се съди индиректно от съдържанието на вредните емисии в отработилите газове. Параметър за оценка на техническото състояние е съдържанието на дисперсни частици (фини прахови частици (ФПЧ), сажди) – PM_{10} . При периодичния контрол нормируем параметър за тяхното индиректно отчитане е коефициентът на светопоглъщане (коефициент на поглъщане на светлината) – $k [m^{-1}]$.

За изследването представлява интерес зависимостта на коефициента на светопоглъщане (k) като функция от възрастта и като функция от пробег на автомобилите.

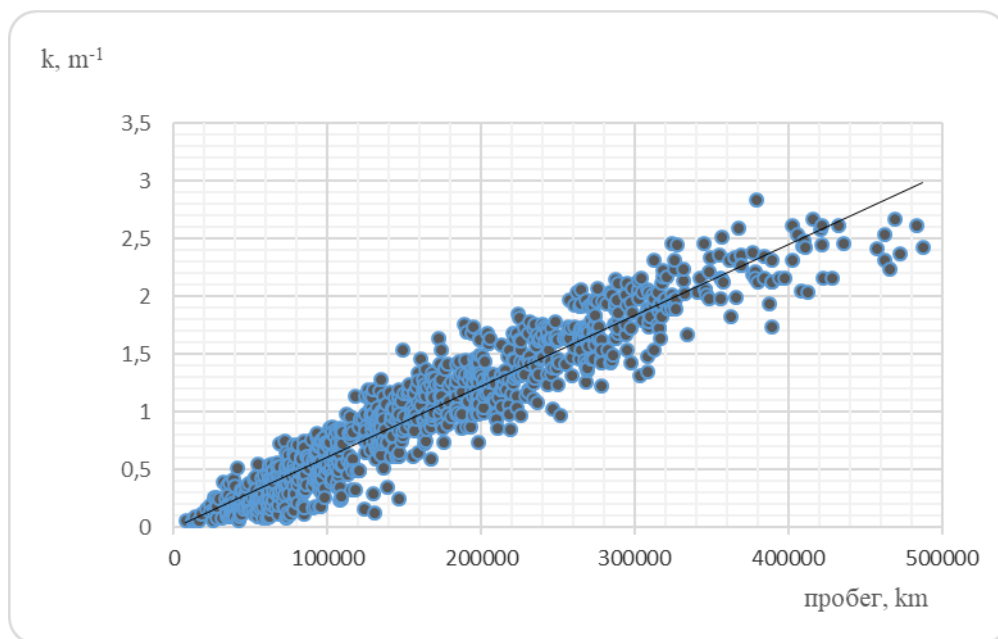
При работата със софтуерния продукт STATGRAPHICS са въведени и допълнителни обозначения, които са описани в Таблица 4.1.

Таблица 4.1
Допълнителни обозначение

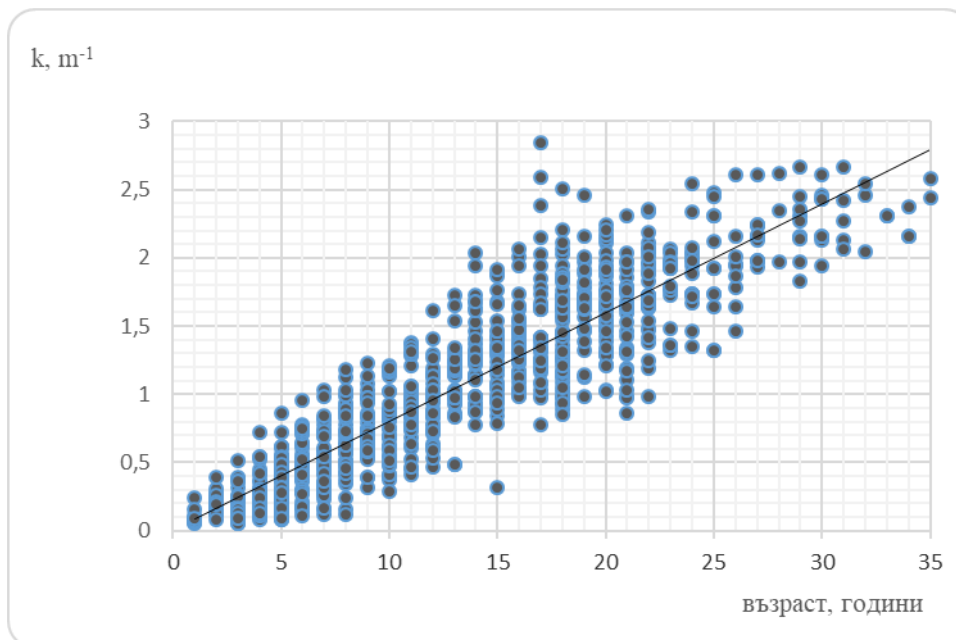
№	Nod
година на производство	Ypd
година на измерване	Ymd
възраст, години	Age
пробег, km	Kmd1000/1000
пълнене атм. (1)/принудително (2)	Comp
$t, ^\circ\text{C}$	Td
n, min^{-1}	Nd
k, m^{-1}	Kd

Въведен е индекс d – „дизел“. Въведена е индексна променлива Index , която изброява данните в извадката от едно (1) до деветстотин и седемдесет (970), колкото е броят на изследваните автомобили.

Данните за коефициента на светопоглъщане във функция съответно от пробег и от възрастта са представени графично на Фиг. 4.1 и Фиг. 4.2.



Фиг. 4.1. Графично представяне на данните за k във функция от пробег.



Фиг. 4.2. Графично представяне на данните за k във функция от възрастта

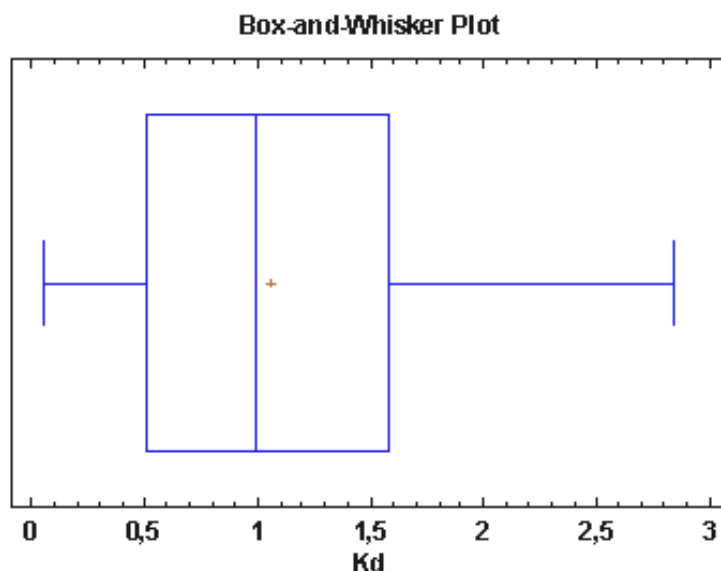
Приложена е описателна статистика за изследване на данните по години, както и за целият период на измерването. Описателна едномерна статистика на обобщените резултати е представена в Таблица 4.2.

Таблица 4.2
Описателна едномерна статистика

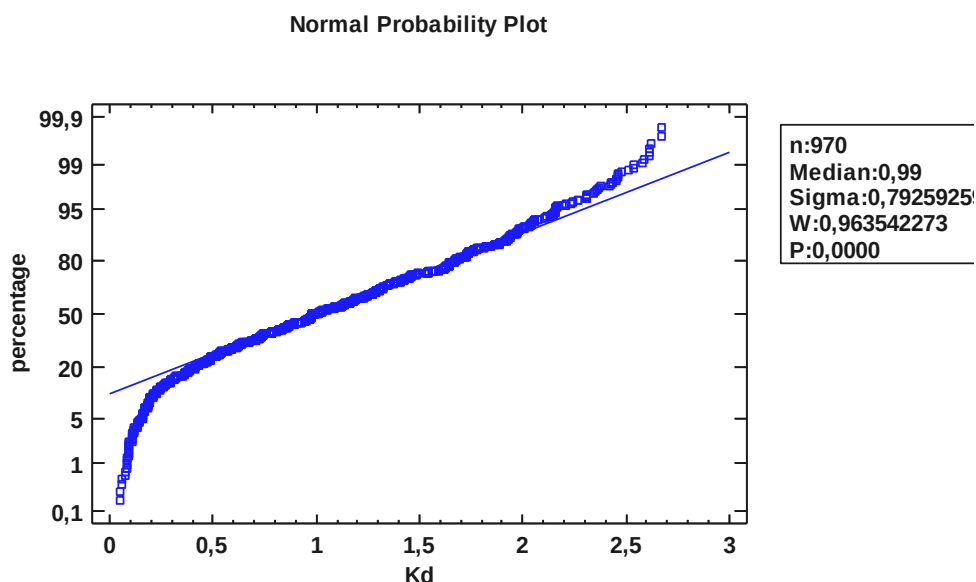
Параметър	k
Брой	970
Средна стойност	1,05958763
Медиана	0,99
Дисперсия	0,421157105
Стандартно отклонение	0,648966182
Коефициент на вариация	61,2470516 %
Асиметрия	0,33547458
Стандартизирана асиметрия	4,26549915
Ексцес	-0,81223152
Стандартизиран ексцес	-5,16368909
Сума	1027,8
Сума от квадратите	1497,1454

Таблица 92 показва обобщена статистика за избраната променлива величина. Включват се статистики за централна тенденция, мерки за променливост и мерки за форма. В случая от особен интерес са стандартизираната асиметрия и стандартизираният ексцес, които могат да се използват, за да се определи дали извадката идва от нормално разпределение. Стойностите на статистически данни извън диапазона от - 2 до + 2 показват значителни отклонения от нормалното разпределение, Изследваната променлива показва стандартизирани стойности на асиметрия извън очаквания диапазон. Следователно може да

се очаква двупараметрично разпределение от типа с мащаб и форма, като при извършените предварителни анализи се установява, че формата се изменя при различните променливи. Графичното представяне на едномерната статистика е посочено на Фиг. 4.3. Отклонението от нормално разпределение, описвано от нормалната вероятностна графика, е илюстрирано на Фиг. 4.4.



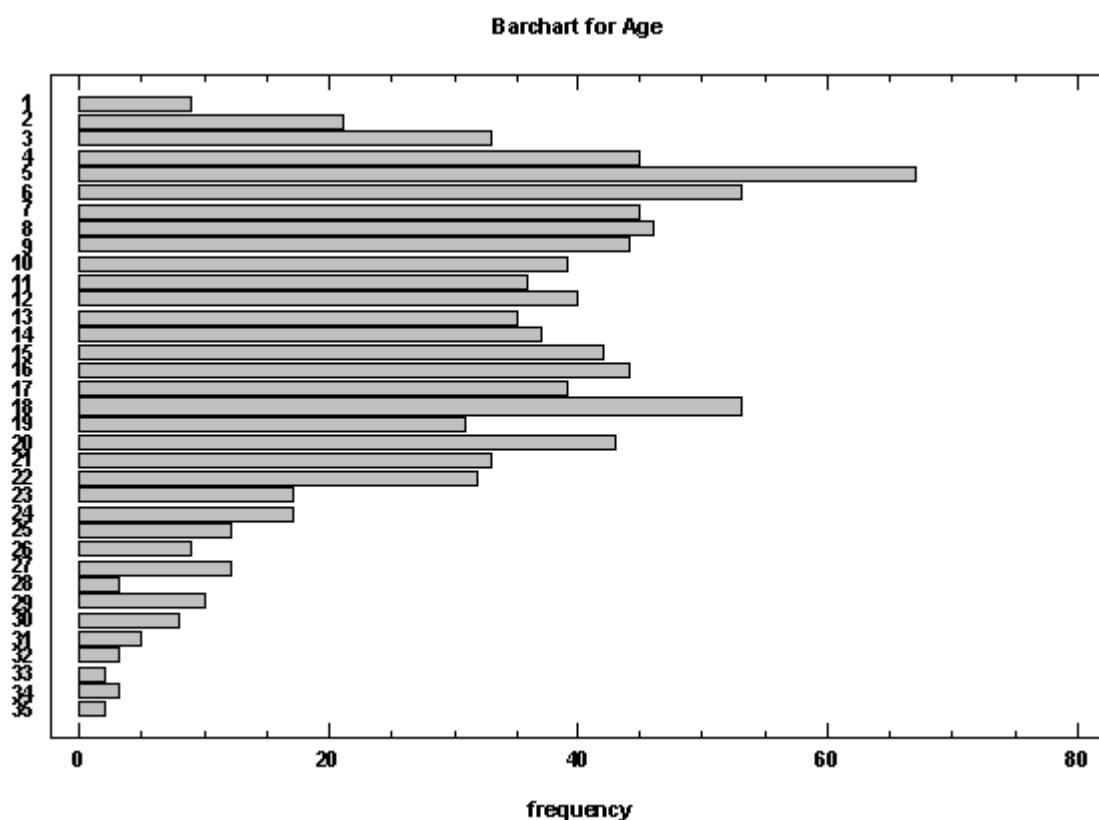
Фиг. 4.3. Описателна едномерна статистика за k



Фиг. 4.4. Вероятностна графика на k за отклонение от нормално разпределение

За постигане на целта и задачите на изследването са важни зависимостите на измерените показатели като функция от пробегът на автомобилите и от тяхната възраст. Пробегът се отчита в хиляди километри. Тази стойност се закръглява към цяло число, като след тази обработка в променливата „пробег“ се получават 326 различни стойности, което значително затруднява използването и като качествена или групираща променлива.

В променливата „възраст“ има 35 различни стойности и може да се използва като качествена или групираща променлива. На Фиг. 4.5 е посочено графичното представяне на данните.



Фиг. 4.5. Графично представяне на променливата „възраст“

1. Предварително изследване.

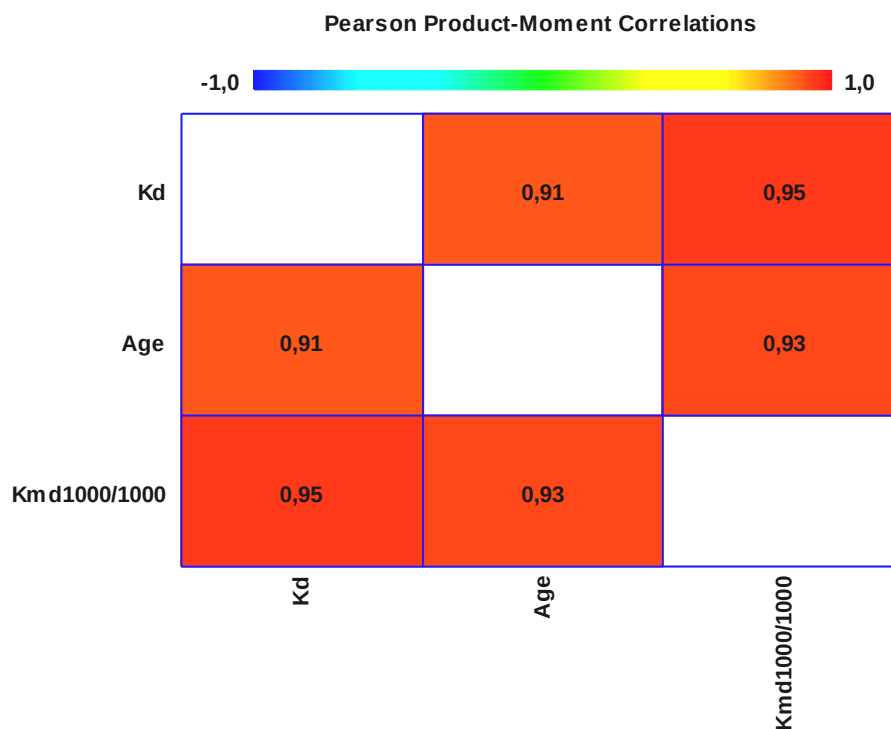
При предварителното изследване е установено наличие на влияние на двата фактора (възраст и пробег) върху показанията за стойностите на k . В случая е приложен друг подход – без използване на клъстерен анализ. Разглежданите данни адекватно представят вероятностна закономерност в разглежданата област (проблем) и могат да се опишат чрез случайни величини в рамките на описаните видове данни: групиращи, качествени, количествени. Емпиричното разпределение в различните случаи изменя своята форма. Разпределенията, които се срещат са: Вейбул, Гама, Бирбаум-Сондерс. Преобладаващото разпределение е на Вейбул. В много от разглежданите случаи разпределението на Вейбул е с три параметъра, т. е. има прагова константа.

Поради горите констатации, при този подход ще се разчита на корелационния, дисперсионния и регресионния анализи за по-точно определяне влиянието на двата фактора върху показанията за k .

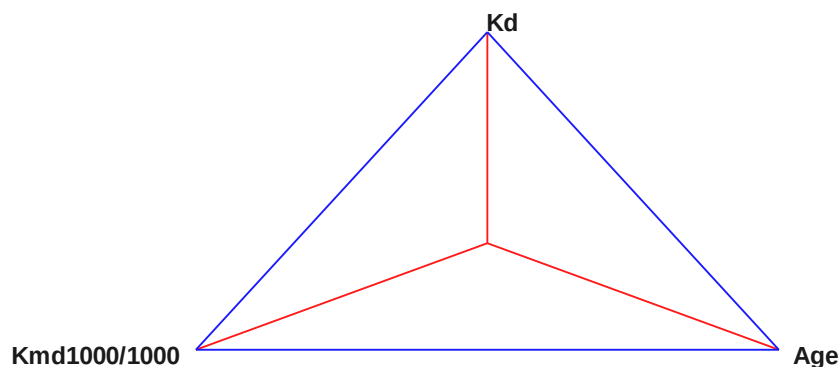
2. Изследване на корелацията между променливите.

2.1. Изследване на корелацията по Пирсън на основните числови променливи: коефициент на светопоглъщане, възраст и пробег.

Данните от изследването на корелацията по Пирсън са представени на Фиг. 4.7, а балансът между трите променливи в анализа е показан на Фиг. 4.9.



Фиг. 4.7. Корелация по Пирсън



Фиг. 4.9. Разположение „Тежест на участие“ на всяка променлива в извадката.

Ако променливите се намират на еднакво разстояние от центъра на фигурата това означава, че променливите участват равнопоставено. По-малките числени стойности са по-близо до центъра на фигурата. Променливите „възраст“ и „пробег“ имат еднаква тежест или еднакво значение в съвкупността от трите променливи.

В резултат на този анализ се установява, че корелацията между тези променливи е изключително висока, т. е. е налице силна корелационна зависимост. Корелационното поле показва директно линейно-регресионната зависимост между тези променливи.

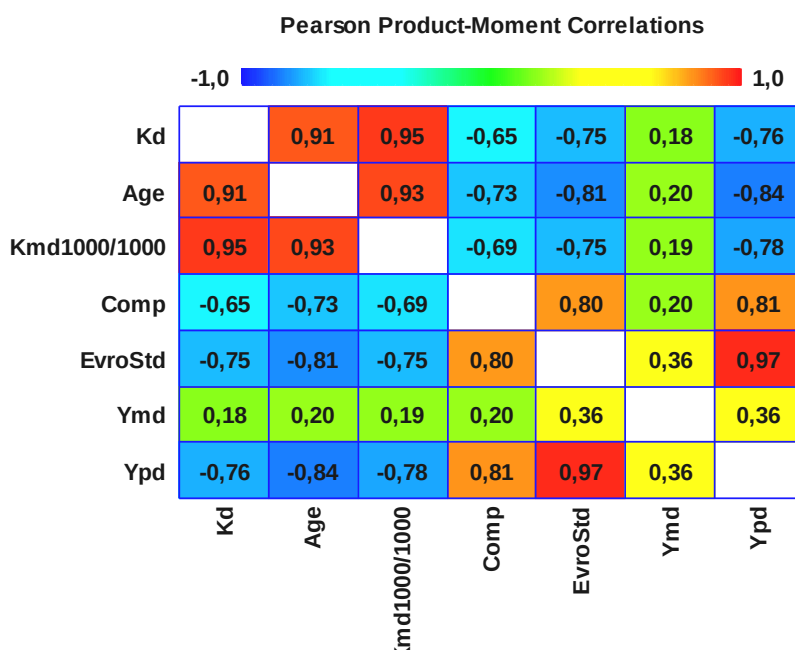
Следва да се има предвид, че трите променливи са „балансиран“ като значимост в изследването и това може да се види от Фиг. 4.9.

Всички следващи анализи разкриват вътрешната структура на корелационната матрица. Под структура трябва да се разбира формула (модел) с точност до неизвестните коефициенти във формулата.

2.2. Корелационен анализ на всички променливи в изследването.

Известни са следните корелационни коефициенти: на Пирсън (Pearson), на Кендал (Kendall) и на Спирман (Spearman).

В настоящия дисертационен труд са използвани два от трите подхода за анализ. Графичното изображение на корелацията по Пирсън е представено на Фиг. 4.10.



Фиг. 4.10. Корелация по Пирсън

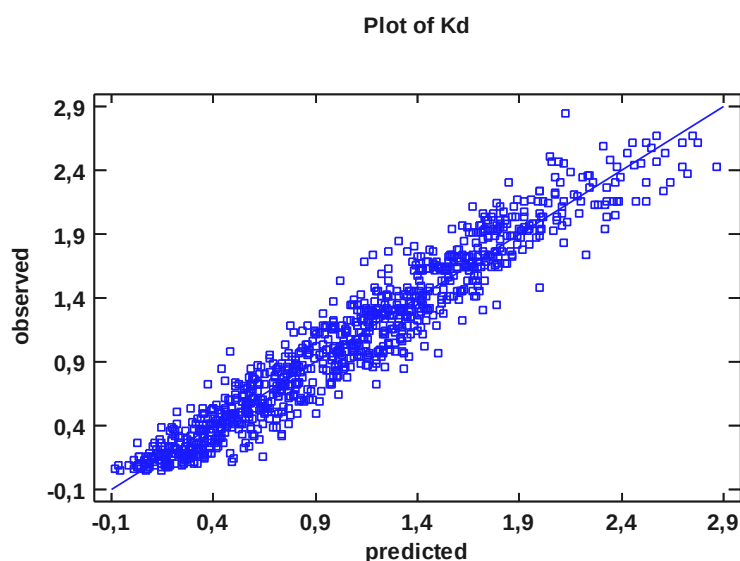
В резултат на анализа се установява, че корелацията между променливите е изключително висока като стойност, т. е. е налице силна корелационна зависимост. Корелационното поле показва директно линейно-регресионната зависимост между тези променливи.

5. Разширен обобщен регресионен модел.

Полученият модел, с точност на описанието 98,02 % има показания по-долу вид (4.2). където индикаторните променливи са: I1(1), I2(1), I2(2), I2(3), I2(4), I2(5), I2(6), I3(1), I3(2), I3(3), I3(4), I3(5), I3(6), I3(7), I3(8), I3(9), I3(10), I3(11), I3(12), I3(13) и I3(14).

$$\begin{aligned}
Kd = & 0,00775344426.I1(1) + 0,0876521178.I2(1) + 0,118330909.I2(2) + \\
& 0,128793169.I2(3) + 0,0620265039.I2(4) - 0,0454935855.I2(5) - \\
& 0,177579138.I2(6) - 0,0664688176.I3(1) - 0,0734483342.I3(2) - \\
& 0,133494082.I3(3) - 0,0246257074.I3(4) - 0,0771128155.I3(5) - \\
& 0,0200920336.I3(6) + 0,0391228199.I3(7) + 0,144800377.I3(8) + \\
& 0,136741226.I3(9) + 0,107637865.I3(10) - 0,00840475676.I3(11) + \\
& 0,00372581938.I3(12) + 0,0261474328.I3(13) - 0,0612972215.I3(14) + \\
& 0,00568159381.Age + 0,0052900991.Kmd1000/1000
\end{aligned}
\tag{4.2}$$

На Фиг. 4.16 са изобразени попаденията от измерванията и прогнозираните стойности, както и регресионната линия на модела.



Фиг. 4.16. Регресионна линия на модела

III. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ИЗМЕРЕНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПРЯМО ДЕЙСТВАЩИТЕ ЗА СЪОТВЕТНИТЕ АВТОМОБИЛИ НОРМИ.

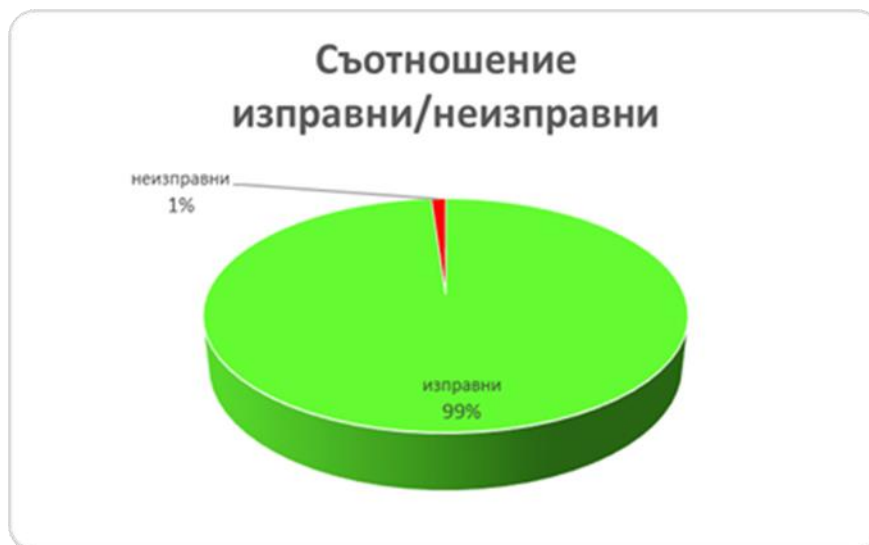
1. Автомобили с двигатели без принудително пълнене, произведени до 2004 г., т. е. до влизането в сила на стандарт Евро 4.



Фиг. 4.18. Процентно съотношение в извадката (изправни/неизправни)

Във всички останали групи, показателите на изследваните автомобили са били в нормите.

6. Общо за цялата извадка.



Фиг. 4.19. Процентно съотношение в извадката (изправни/неизправни)

IV. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ИЗМЕРЕНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПРЯМО ВЪВЕДЕНИТЕ ЗА СЪОТВЕТНИТЕ АВТОМОБИЛИ НОРМИ ПО „ЕКОЛОГИЧНА ГРУПА НА МПС“.

Въпреки че за нормирането по „Екологична група на МПС“ групирането е осъществено по критерий „вид пълнене“ и „Евро-стандарт“, т. е. и по година на производство, спрямо изследваната извадка не са установени съществени разминавания между нормите, определящи „Екологична група на МПС“ и нормите за вредни емисии, определящи техническата изправност на превозните средства.

В случая обаче следва да се има предвид, че този извод е валиден за извадка, която е показала 99 % изправни автомобили. Следователно не може да се твърди категорично, че след влизането в сила на изискванията за „Екологична група на МПС“ в настоящия момент няма да се получат разминавания между изискванията по критерий „техническа изправност“ и „Екологична група на МПС“. Освен това дизеловите двигатели се считат за много по-голям замърсител с азотни оксиди, отколкото бензиновите (приблизително 3 пъти повече до влизане в сила на нормите Евро 6, според Приложение 1, Таблица 5). Това обстоятелство не се отчита при въвеждането на т. н. „Екологична група на МПС“.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на работата по дисертационния труд могат да се направят следните изводи:

1. Нормативната база в България по отношение на екологичните параметри на автомобилните горива, одобряването на типа и проверките за техническа изправност по

отношение на екологичните параметри на превозните средства е адекватна на действащите изисквания в ЕС.

2. Броят на регистрираните автомобили в Република България през периода 2003-2020 г. нараства с около 60 %, но възрастовата структура остава практически непроменена. Делът на автомобилите на възраст до 5 години нараства от 3 % на 6 %, докато на автомобилите над 20 години през този период нараства от 36 % на 43 %.

3. Разработена е и е експериментирана обща методика за изследване на извадки от автомобили в експлоатация с разнороден състав по отношение на ключовите фактори – пробег и възраст. При обработката на статистическите данни са приложени както корелационно-регресионният, така и клъстерният анализ.

4. Извършени са измервания и изследвания на показателите за нормируемите параметри, както следва: 584 автомобили с бензинови двигатели без системи за контрол на емисиите – съдържание на въглероден оксид (CO); 649 автомобили с бензинови двигатели със системи за контрол на емисиите: при празен ход съдържание на CO, при ускорен празен ход – съдържание на CO и въздушно отношение (λ); 970 автомобили с дизелови двигатели – коефициент на светопоглъщане (k).

5. Изведени са аналитични зависимости, които са и графично онагледени, за влиянието върху нормируемите екологични параметри на множество от фактори с фокус върху влиянието на ключовите фактори – „възраст” и „пробег” на автомобилите.

6. Изведени са корелационни матрици за взаимовръзките между отделните двойки фактори, като е оценена вероятността за наличие на корелационни зависимости между тях и тежестта на влияние на отделните фактори, в това число и на такива, които не са обект на нормиране. Направени са изводи за фактори, които биха могли да бъдат директно изключени (температура на двигателя и честота на въртене) от по-нататъшни изследвания, както и за други, за които такова решение е въпрос на експертна преценка (вид пълнене).

7. При бензиновите автомобили факторите „възраст” и „пробег”, изразен чрез новообразуваните клъстери, имат съществен отклик (влияние) върху зависимите променливи, като има признаци за наличие на случайни ефекти. Причините за наличието на случайни ефекти от техническа гледна точка може да са различни поради възможни значителни разлики в условията на експлоатация.

8. При дизеловите автомобили факторите „възраст” и „пробег” имат съществен отклик (влияние) върху коефициента на светопоглъщане, като не се наблюдават неочаквани (случайни) въздействия върху него.

9. При 5 % от автомобилите с двигатели без системи за контрол на емисиите са отчетени показатели извън нормите, т. е. са били неисправни спрямо действащата

нормативна уредби. Това до известна степен се дължи на значително по-високите стойности на валидните за тях норми. Високият процент на изправните автомобили от тази група не означава, че те отделят малко количество вредни емисии.

10. При автомобилите с двигатели със системи за контрол на емисиите 27 % от произведените преди 2002 г. и 3 % от произведените след 2002 г. са показали стойности на нормируемите емисии извън допустимите граници. Една от възможните причини за тези резултати може да бъде и обстоятелството, че през периода от началото на 2000 г. до края на 2003 г. в България се е осъществявал внос на автомобили с каталитични неутрализатори, докато на пазара все още е имало неограничено предлагане на оловосъдържащи бензини. Възможно е и настъпване на откази на системите за контрол на емисиите поради продължителен пробег и възраст на автомобилите.

11. При 1 % от изследваните автомобили с дизелови двигатели са отчетени показатели извън нормите, т. е. са били неизправни спрямо действащата нормативна уредби. Това вероятно също така се дължи и на значително по-високите стойности на валидните за тях норми, но това не означава, че тези превозни средства са с ниско ниво на емитираните замърсители.

12. При сравняване на отчетените стойности за вредни емисии с предвидените да влезнат в сила норми за т. н. „Екологична група на МПС“ се установява, че едва между 22 % и 31 % от изправните бензинови автомобили със системи за контрол на емисиите биха отговаряли на нововъведените норми. В нормативната уредба обаче не е уреден въпросът как ще се процедира с автомобилите, които са технически изправни, но не покриват изискванията на нормите за т. н. „Екологична група на МПС“.

13. При сравняване на отчетените стойности за вредни емисии от дизеловите автомобили с предвидените да влезнат в сила норми за т. н. „Екологична група на МПС“, се установява, че спрямо настоящата извадка не са установени съществени разминавания между нормите, определящи „Екологична група на МПС“ и нормите, определящи техническата изправност на превозните средства. Следва обаче да се има предвид, че дизеловите двигатели се считат за много по-голям замърсител с азотни оксиди, отколкото бензиновите. Това обстоятелство не се отчита при въвеждането на т. н. „Екологична група на МПС“, при което се отчитат само измерените стойности на димността, които са индиректен показател за съдържанието на дисперсни частици.

14. Освен контрола на газовите емисии на автомобилите, който се осъществява при периодичните прегледи за проверка на техническата изправност, съществува и законова възможност за контрол на пътя. Поради размиване на правомощията на контролните служби към МВР и МТИТС, уредени в Закон за движението по пътищата (чл. 165 и чл. 166), на

практика тази възможност не се прилага или е със силно ограничена приложимост по отношение на леките (категория M1) и лекотоварните (категория N1) автомобили.

15. За осъществяване на ефективен контрол е необходимо да се извършат промени в действащата нормативна уредба по отношение на пътния контрол, касаещи проверка на техническата изправност, чрез които да се прецизират отговорностите и задълженията на компетентните държавни органи (МВР и МТИТС), свързани с измерванията на вредните емисии на автомобилите в експлоатация. Необходимо е да се предвиди и механизъм за „контрол на контрола“, т. е. за контрол непосредствено след извършен периодичен преглед за проверка на техническата изправност на МПС.

16. Въз основа на доказаното с настоящия дисертационен труд ключово влияние на факторите „възраст“ и „пробег“ на автомобилите в експлоатация, подкрепено от изведените аналитични зависимости, както и на значителното нарастване на броя на регистрираните автомобили през изследвания период (2002-2020 г.) при запазване или дори влошаване на възрастовата структура на парка, може да се направи заключение за недостатъчност на предприеманите от държавата мерки за неговото обновяване. То може да се постигне, като се приложат на практика изискванията на Директива 2009/33/ЕО от 23 април 2009 г. за насърчаването на чисти и енергийно ефективни пътни превозни средства. Досега действащите мерки за насърчаване на закупуването на нови и еко-съобразни автомобили са насочени предимно към данъчни облекчения, които може и следва да бъдат допълнени от преки финансови поощрения както за юридически, така и за физически лица. Възможен подход към тази цел е вече използваният подход за насърчаване на енергийната ефективност на фирмите, организациите и отделните потребители.

ПРИНОСИ ПО ДИСЕРТАЦИЯТА

I. НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ.

1. Разработена е и е експериментирана обща методика със съответните частни методики и избор на инструментариум за изследване на екологични параметри на големи извадки от автомобили в експлоатация с разнороден състав.

2. Въз основа на събрани и обработени голям брой статистически данни и проведени изследвания са определени основните (ключови) показатели, имащи влияние върху вредните емисии на автомобилите в експлоатация – възраст и пробег. Приложени са два подхода при оценка влиянието на пробега и на възрастта на автомобилите върху вредните емисии чрез прилагане на корелационно-регресионен анализ, така и на клъстерен анализ за групиране на резултати със значително разсейване.

3. Чрез експериментални статистически изследвания и регресионни анализи са предложени адекватни модели, описващи влиянието на множество фактори (фокусирани към ключовите фактори – пробег и възраст на автомобилите) върху изследваните екологични параметри.

4. Извършен е сравнителен анализ на действащата нормативна уредба, касаеща периодичните прегледи за проверка на техническата изправност на моторните превозни средства, по отношение на вредните емисии и предложената и одобрена за въвеждане подзаконова нормативна уредба, касаеща категоризацията на автомобилите по т. нар. „Екологична група на МПС“, при което са установени непълноти в текста на Наредба № Н-32 на МТИТС.

5. Получените резултати и обобщени изводи от проведените експериментални и статистически изследвания позволяват да се направят обосновани и конкретни предложения за промяна в действащата законова и подзаконова нормативна уредба, касаеща пряко или косвено нивото на вредните емисии в отработилите газове на автомобилите, което да допринесе за подобряване на чистотата на атмосферния въздух.

II. ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ.

1. Проведено е изследване на автомобили в експлоатация, като за двигатели с принудително запалване (бензинови) са измерени стойностите на нормируемите параметри в отработилите газове (въглероден оксид и въздушно отношение), а за автомобили със запалване чрез сгъстяване (дизелови) се измерва коефициентът на светопоглъщане на отработилите газове, чрез който индиректно се съди за съдържанието на дисперсни частици в тях. Извършени са измервания и изследвания на показателите за нормируемите параметри на 584 автомобила с бензинови двигатели без системи за контрол на емисиите, 649 автомобила с бензинови двигатели със системи за контрол на емисиите и на 970 автомобила с дизелови двигатели.

2. Изведени са аналитични зависимости, които са и графично онагледени, за влиянието върху нормируемите екологични параметри на множество от фактори с фокус върху влиянието на ключовите фактори – „възраст“ и „пробег“ на автомобилите.

3. Изведени са корелационни матрици за взаимовръзките между отделните двойки фактори, като е оценена вероятността за наличие на корелационни зависимости между тях и тежестта на влияние на отделните фактори, в това число и на такива, които не са обект на нормиране. Направени са изводи за фактори, които биха могли да бъдат директно изключени (температура на двигателя и честота на въртене) от по-нататъшни изследвания, както и за други, за които такова решение е въпрос на експертна преценка (вид пълнене).

4. Установени са конкретни количествени измерители, както следва:

4.1. При 5 % от автомобилите с двигатели без системи за контрол на емисиите са отчетени показатели извън нормите, т. е. са били неизправни.

4.2. При автомобилите с двигатели със системи за контрол на емисиите 27 % от произведените преди 2002 г. и 3 % от произведените след 2002 г. са показали стойности на нормируемите емисии извън допустимите граници.

4.3. При 1 % от изследваните автомобили с дизелови двигатели са отчетени показатели извън нормите, т. е. са били неизправни.

5. При сравняване на отчетените стойности за вредни емисии с предвидените да влезнат в сила норми за т. н. „Екологична група на МПС“ е установено, че едва между 22 % и 31 % от изправните бензинови автомобили със системи за контрол на емисиите биха отговаряли на нововъведените норми.

6. При сравняване на отчетените стойности за вредни емисии от дизеловите автомобили с предвидените да влезнат в сила норми за т. н. „Екологична група на МПС“, е установено, че спрямо настоящата извадка няма съществени разминавания между нормите, определящи „Екологична група на МПС“ и нормите, определящи техническата изправност на превозните средства.

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ДИСЕРТАЦИЯТА

1. Киров, В. И., Палагачев, Г. Д., Христов, Й. И., **Съвременни изисквания към автомобилните горива.** МОТАУТО`03, стр. 48-51, София, 2003

2. Киров, В. И., Палагачев, Г. Д., Денков, Л. Д., **Технически изисквания, въведени в Република България с цел ограничаване на вредните емисии от автомобилния транспорт.** ЕКОВАРНА`2007, стр. 136-143, Варна, 2007

3. Палагачев, Г. Д., Киров, В. И., Славов Г., **Национална инвентаризация на емисиите на парникови газове от автомобилния транспорт.** БулТранс-2012, стр. 248-253, Созопол, 2012

4. Палагачев, Г. Д., Георгиев, Ц. П., Киров, В. И., **Изследване на статистически характеристики на коефициента на светопоглъщане на отработилите газове при дизелови двигатели.** 59-та НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ на Русенски университет „Ангел Кънчев“ и Съюз на учените – Русе „Нови индустрии, дигитална икономика, общество – проекции на бъдещето IV“ стр. 124-130, Русе, 2020

5. Palagachev, G. D. **Study of statistical characteristics of the carbon monoxide (CO) and the air ratio (λ) in the exhaust gases of petrol engines.** 10th International Scientific Conference “TechSys 2021” – ENGINEERING, TECHNOLOGIES AND SYSTEMS, 2021, Plovdiv (под печат)

ANNOTATION

Dissertation: INVESTIGATION OF SOME ECOLOGICAL PARAMETERS OF AUTOMOBILES IN USE

Author: M. Sc. Eng. Georgi Dimitrov Palagachev

The basis of the whole thesis is to investigate the influence of the mileage and age of in-use automobiles on their ecological parameters – carbon monoxide (CO, %), air-fuel ratio (λ) and opacity (k, m^{-1}).

Chapter I is an overview of the presented in the literature fuel requirements, type approval procedures and norms, legal basics of periodical checks and related norms in EU and Bulgaria.

Chapter II presents the methodology, statistical methods, control devices used for both groups investigated vehicles – fitted with positive ignition (petrol) and compression ignition (diesel) engines.

Chapter III includes results of investigations of automobiles with petrol engines. The influence of different factors with a focus on mileage and age is presented in statistical models, including bilateral connections between different parameters by using correlations matrices.

Chapter IV includes results of investigations of automobiles with diesel engines. The influence of different factors with a focus on mileage and age is presented in statistical models, including bilateral connections between different parameters by using correlations matrices.

Conclusions are made about necessary changes in the legal basics in order to improve road side control and to reduce air pollution from road vehicles.