

# Съвременни икономически и екологични фактори, управляващи изискванията към качествата на моторните горива

**зл.ас. д-р Стоянка Петкова**

**зл.ас. д-р Йорданка Ташева**

**проф. д.т.н Петко Петков**

*Университет „Проф. д-р Асен Златаров” –*

*Бургас, катедра „Индустриални*

*технологии и мениджмънт”*

*e-mail: s.p.petkova@gmail.com*

**Резюме:** През последните години на миналия и в началото на настоящия век значително се повишиха изискванията към качествата на моторните горива по отношение опазването на чистотата на околната среда. Този процес се управлява съвкупно от група съвременни икономически и екологични фактори, които оказват определящо въздействие върху съвременното състояние и направляват развитието на световната нефтопреработвателна индустрия. В статията са публикувани резултати от проведено изследване за това до каква степен успяват да се променят изискванията към качеството на моторните горива едновременно с темповете на нарастване на нуждите от потребление и производство на моторни горива в световен мащаб. Авторите заключават, че това е сложен, съвкупен и труден процес, тъй като съвременната нефтопреработвателна индустрия се характеризира с прогресивно увеличаване на капиталовложенията за

разширяване на световния си капацитет, а едновременно с това се правят значително по-малко инвестиции и законодателни промени за направляване на изискванията към качеството на моторните горива по отношение опазването на околната среда.

**Ключови думи:** нефтопреработване, моторно гориво, качество, екологичен фактор, икономически фактор.

**JEL:** L15, Q32.

## Въведение – цел на статията

**Н**яма съмнение, че моторните горива имат определяща роля в нашето енергийно и транспортно минало, настояще и бъдеще. Големият въпрос е: Дали едновременно с увеличаване количеството на производство на моторни горива се променят адекватно и изискванията към качеството им под въздействието на съвременните икономически и екологични фактори? В статията се прави опит да се отговори на този въпрос, като се описва настоящото състояние, прогнозира се тенденциите и се дискутират факторите, довели до промените в изискванията към качествата на моторните горива.

## Изложение – методи, резултати и дускусия

Преди повече от век човечеството откри дигвигателите с вътрешно горене (ДВГ), а съвременното му съществуване е немислимо без употребата им. Тези дигвигатели са монтирани на различните видове техника – автомобили, морски и речни съдове, летателни апарати, промишлени и селскостопански машини. Натрупаният през този период опит дава възможност да се управляват изискванията към качествата на моторните горива в зависимост от тяхното предназначение, условия за експлоатация и възникналите през последните години икономически и екологични фактори [11]. Тези изисквания непрекъснато се задълбочават, тъй като ДВГ се усъвършенстват, разширява се сферата на тяхното използване, цената и наличните ресурси от нефт и екологичните норми в отделните страни. Всичко това оказва решаващо влияние върху насоката на управлението на нефтопреработването и използването на различните схеми за тази цел [5]. До края на двадесети век традиционните ДВГ са ориентирани основно към използването на нефтени горива, като се оформя триагата „дигвигател-гориво-нефтопреработване“. В началото на новия век с внедряването на алтернативните горива (основно от групата на газообразните въглеродороди) към тази група се присъединява и газодобиващата и газопренасящата система. Всичко това наложи промяна в технико-експлоатационните характеристики на нефтопродуктите, които се използват. Това от своя страна се отразява върху икономическите и технологичните фактори, свързани с насоката на управлението на тяхното производство.

Повишаването на икономичността и мощността на бензиновите ДВГ е непосредствено свързано със степента на компресия на гориво-въздушната смес в горивната ка-

мера [11]. От друга страна, за да не се получи детонация, използваните бензини трябва да имат достатъчно високо октаново число. Това е причината в управлението на световната нефтопреработвателна промишленост да се осъществи реструктуриране. Широко развитие получи процеси, които произвеждат високооктанови компоненти като: реформинг, полимеризация, алкилиране, изомеризация и други. Тъй като продължава стремежът на дигвигателостроителната индустрия да се произвеждат ДВГ с повишена степен на компресия, се налага и непрекъсната модернизация на производствата, от които се получават високооктанови компоненти. Освен това, за да се предпазят дигвигателите от корозия и околната среда от токсичните серни, азотни и кислородсъдържащи оксиди, се налага в произвежданите горива непрекъснато да се намаляват пределните концентрации на съдържащите се в тях серни, азотни и други хетероатомни съединения. За отделянето на тези съединения в управлението на нефтопреработването все по-широко приложение намират процесите за хидроочистване на бензинови, керосинови и дизелови фракции [1]. Повишеното търсене на тези фракции наложи и по-масовото използване на процесите на хидрокрекинг на остатъчните фракции. В резултат на водорода, в присъствието на който протичат тези процеси, освен намаляване на хетероатомните съединения във фракциите се постига и намаляване на концентрацията на ненаситените въглеродороди в тях. По този начин се получават химически и термически стабилни горива, които обезпечават по-надежна работа на дигвигателите.

Високата цена на нефта на световния пазар, както и ограничените количества, които се предлагат, налага непрекъснато оптимизиране на изискванията към качествата на моторните горива. Важен фактор в това направление представляват обемните и

структурни промени в потребностите от различните видове моторни горива. Балансирането на производството и необходимостта от моторните горива може да се постигне единствено при дълбочинното преработване на нефта и оптимизирането на качествата на получаваната продукция. Управлението на първото направление е основно и определя генералната линия за развитието на световното нефтопреработване, при което се създават гъвкави технологични схеми, позволяващи термокаталитично преработване на тежки нефтени остатъци. Управлението на второто направление е свързано с оптимизиране качествата на нефтените горива, което ограничава тяхното количество при фракционирането им от нефта и се отразява върху фракционния състав, вискозитета, температурата на застиване и други [12]. Оптимизацията в качествените показатели на моторните горива е оправдана, ако това не предизвиква значителни допълнителни вложения в създаването и в усъвършенстването на двигателите. Не трябва да се допуска това да е за сметка на влошаване горивната характеристика на двигателите, независимо от стремежа на изследователите да разширяват суровинните ресурси, от които може да се произведат моторните горива. Във връзка с това при управление на оптимизацията в качествата на моторните горива трябва да се подхожда, като се обвързват научно-икономическите и технически изисквания на потребителите с обема и структурата на производствата при минимални вложения и загуби. Паралелно при оптимизацията в качествата на горивата трябва да се отчитат и екологичните фактори, тъй като тяхната актуалност през последните години нарасна във връзка с усложняване на замърсяванията на околната среда в световен мащаб [3].

В световната практика се наблюдава трайна тенденция към развитие на технологиите, които са свързани с дълбочинното пре-

работване на нефта с цел да се увеличат ресурсите от моторни горива, които може да се получат от него. Постепенно нараства и степента на натоварване на световните мощности по преработване на нефта. За страните от региона на Южна и Централна Америка е характерно средно ниво на натоварване. В някои региони този показател е значително по-висок. Проучванията показват [11,13], че за страните от Близкия и Средния изток степента на натоварване на мощностите на нефтопреработвателните инсталации е 96,4 %, за Европа – 94,5 %, за Африка – 93,0 %, САЩ – 91,8 %, за страните от азиатско-тихоокеанския район – 87,5 %.

Много от различните експлоатационни показатели на моторните горива, като плътност, специфична топлина на изгаряне, фракционен, елементарен и въглеродороден състав, са тясно свързани помежду си. За всеки един параметър трябва да се намери оптимален размер, който да е взаимно свързан със съвкупността от всичките физико-химични и експлоатационни показатели на стоковете моторни горива. Най-важният показател, определящ качествената характеристика на автомобилните бензини, е октановото число. Повишаването на степента на компресия на двигателите позволява да се увеличи мощността им и коефициентът на полезно действие, като в същото време се намалява и разходът на гориво. От своя страна нарастването на мощността и икономическите показатели на двигателите е възможно само при условие че се увеличава октановото число на бензините. Практиката показва, че при нарастването на октановото число на автомобилния бензин с една единица, се постига намаляване на разходите на двигателите с 1,3-1,5 %. Това значително подобрява горивната им икономичност [13]. В Япония основната част (около 98 %) от намиращия се в търговската сфера бензин е с октаново число по изследователски метод

91-92 [7]. В САЩ тази част е над 80 %, а в големите европейски страни, като Англия, Италия, Франция и Германия, основно се използва бензин с октаново число 97-99.

През последните години на миналия век значително се повишиха изискванията към бензините по отношение опазване чистотата на околната среда. В конструкцията на автомобилите се монтират катализаторни устройства за доизгаряне на изходящите газове и постепенно се ограничиха концентрациите на оловните антидетонатори в тях. В началото на двадесет и първи век се премина изцяло към производство на безоловни бензини. Проучванията показват [12], че с оловните бензини ежегодно в атмосферата са се отделяли над 250 хил. т олово под формата на аерозоли. Освен че са високотоксични, тези продукти отравят необратимо използваните каталитични системи за доизгаряне на димните газове [9]. По тези причини през последните години във всички развити страни по света се приеха редица строги ограничения за съдържание на олово в бензините, като тетраетилловата течност постепенно се замести с кислородсъдържащи високооктанови добавки [9]. Независимо от факта, че кислородсъдържащите добавки са

екологични и високоефективни, към тях също са въведени ограничения, свързани с максималното им и допустимо съдържание в бензините. Тези регламентираны ограничения са посочени в таблица 1.

От таблицата е очевидно, че максимално допустимата концентрация на смесите от кислородсъдържащите съединения е до 3,7 % об. Заложен е доста нисък процент на добавяне, наложен от изискванията по отношение опазването на околната среда, което е свързано с въведения нов показател „индекс на летливост“, характеризиращ качествата на автомобилните бензини според съвременните изисквания [2]. Използването на оловните антидетонатори беше сравнително евтин и лесноосъществим метод за повишаване на октановото число на бензините. Премахването на този компонент създаде нови икономически усложнения, свързани с управлението на по-скъпи и изискващи нови технологии методи в нефтопреработването за повишаване на октановия фонг в отделните страни. В практиката това се изразява с т.нар. октанов индекс, който се равнява на средноаритметичната стойност от сумата на октановите числа по изследователския и моторния метод. Стойността

**Таблица 1.** Регламентирани ограничения на съдържанието на кислородсъдържащи добавки в бензините

Кислородсъдържащи високооктанови добавки	Допустимо съдържание (об. %)	Максимално съдържание (об. %)
Етанол	5,0	5,0
Метанол с добавка на стабилизатор	3,0	3,0
Изопропанол	5,0	10,0
Трет. бутанол	7,0	7,0
Изобутанол	7,0	10,0
Етери C <sub>5</sub> и по-висши	10,0	15,0
Други кислородсъдържащи съединения	7,0	10,0
Смеси от различни кислородсъдържащи съединения (об. % са по отношение на кислорода)	2,5	3,7

на този индекс трябва да се повиши средно от 3 до 5 единици [2]. За целта се внедряват в производството технологични процеси за добиване на високооктанови добавки. По отношение на европейските страни за това са необходими допълнителни вложения над 5 млрд. долара [2]. В САЩ е прието за най-масовите товарни бензини да се намали октановото число, което от своя страна се отразява върху икономическата характеристика на двигателите. Разходът на бензин в тях се повишава средно от 8,5 до 9,0 l/100 km. Това наложи в тази страна да се преразгледа политиката, която се прие през 1986 г. за намаляване употребата на бензини [10].

Увеличаването на октановия фонд на автомобилните бензини налага управлението на нефтопреработването да се насочи към значително повишаване на мощностите на каталитичния реформинг и крекинг, изомеризация, получаване на третичен бутилов етер и облагородяване на бензините от термичния крекинг.

Необходимостта от нефтопродукти налага с намаляване броя на нефтопреработвателните заводи (НПЗ) да се правят реконструкции на съществуващите заводи и да се увеличава тяхната мощност. Проучванията показват [14], че снижаването на броя на НПЗ през 90-те години е предизвикало нарастване на средната мощност на заводите, която за периода 01.01.1994 г. е 5,18 мил.т/г., за 01.01.2001 г. е 5,47 мил.т/г. и за 01.01.2003 г. е 5,77 мил.т/г. При това средната мощност на НПЗ в Северна Америка е нараснала от 4,41 мил т/г. до 5,47 мил.т/г при намаляване на общия брой на заводите от 210 на 179. Същата тенденция се наблюдава и в западноевропейските страни, където средната мощност е нараснала от 6,13 до 6,83 мил.т/г. а броят на НПЗ е намалал от 110 на 106, а в регионите на Южна и Цен-

трална Америка – от 3,93 на 4,84 мил.т/г, при намаляване броя на заводите от 76 на 70. Това е в резултат както на внедряването на нови технологии, така и на по-пълноценното използване на инсталираното оборудване и по-високата квалификация на обслужващия персонал. От друга страна, е необходимо мениджърите на предприятията да въведат нова и усъвършенствана структура на управление, която да мобилизира всички творчески и квалификационни умения на обслужващия персонал, за да се произвежда висококачествена продукция, с минимални разходи и безаварийно протичане на производствения процес. В регионите на Близкия и Средния изток средната мощност на НПЗ за периода от 1993 – 2003 г. е нараснала от 6,0 млн.т/г. до 5,27 млн.т/г., като броят на заводите се е увеличил от 42 до 47. В азиатско-тихоокеанския район увеличението на нефтопреработвателните заводи е още по-голямо – от 125 до 217 броя, но се наблюдава намаляване на средното им натоварване от 5,46 до 4,87 мил.т/г. Намалява се средната мощност на заводите и в Източна Европа и Русия от 7,0 до 5,8 мил.т/г. при запазване броя на заводите.

По-сложни са въпросите, свързани с управлението при оптимизиране качествата на реактивните и дизелови горива. Основната част от фракциите, които влизат в състава на реактивните горива, се получават от пряка дестилация на висококачествени видове нефт. Проведените проучвания за увеличаване на ресурсите за тяхното получаване са насочени основно към оптимизация на фракционния състав, температурата на начало на кристализация и съдържание на аренови възлеводороди [8]. Така за някои марки реактивни горива се повишава гелът на по-тежките фракции в тях, което се отразява положително на топлината им на изгаряне. Това от своя страна увеличава ресурсите на горивата от нефта, които се получава с по-

Висока температура на застиване. В същото време, като се утежнява фракционният състав на реактивните горива, се намалява съдържанието на керосинови фракции в дизеловото гориво, повишава се общият добив на фракцията, кипяща до 50 % об. Всичко това намалява общия добив на дизеловото гориво. Практически е установено, че когато се увеличава общият добив на реактивно гориво с 1 %, сумарният добив на дизеловото гориво спрямо нефта намалява с около 0,9 % [6]. Всички изследвания по отношение утежняване фракционния състав на летните дизелови горива показват, че показателите на температурата на кипене на 50 % и кинематичният вискозитет при 20°C се повишават и излизат от рамките на определените равнища на показателите в стандартите [4]. Следователно, за да се запазят стандартните показатели на дизеловите горива, без да се намаляват количествата, необходими за пазара, и в същото време да се увеличи производството на реактивни горива, потребността от които непрекъснато нараства в световен мащаб, е необходимо да се намерят нови варианти при технологичното оформление и управление на нефтопреработването.

За производството на реактивните горива, които трябва да притежават много висока стабилност по отношение на въздействието на всякакви външни фактори и в същото време да отговарят на високите изисквания в показателите, определени от съответните стандарти (БДС ISO 5075 – 2004), се използват основно фракции, получени от пряка дестилация на висококачествени видове нефт. Следователно най-подходящите условия за компенсирани на необходимите фракции за производство на дизелови горива могат да се получат при т.нар. „вторични процеси в нефтопреработването“. По този начин може да се реши най-рационално проблемът с добива на среднодестилатните

нефтени фракции, които влизат в състава както на дизеловите, така и в реактивните горива. Решаването на този проблем в нефтопреработването е тясно свързано с въвеждането в експлоатация на „вторичните процеси“, т.е. най-вече на процеса хидрокрекинг, което е съпроводено с големи и дългосрочни инвестиции.

Производството на дизелово гориво може значително да се повиши и при използването на аналогични фракции, получавани от вторични газьоли от различните вторични процеси от нефтопреработването като: термичен и каталитичен крекинг, висбрекинг и коксуване. Относителната плътност, химичен състав, вискозитетно-температурни характеристики на дизеловите фракции от тези процеси се различават значително, но при умело смесване и хидриране може да се добият качествени горива. Най-качествени дизелови и авиационни горива се получават от процесите на хидрокрекинг, а бензини – от каталитичен крекинг. В зависимост от технологичното оформление на вторичните процеси се получава различен добив на бензин, дизелово гориво и остатъчни фракции. Затова при оптимизация на производствата, осигуряващи получаването на качествени горива, е необходимо да се оптимизира управлението едновременно на технологичните схеми и на процесите, по които се преработва нефтът.

Под въздействието на описаните икономически и екологични фактори във връзка с управлението на процесите, свързани с оптимизиране добива на различните видове горива, се извършва и непрекъсната актуализация на основните показатели, регламентирани в стандартите на отделните страни. Целта на това е независимо от вариантите, по които се преработва гаген нефт, различните видове горива, които се получават, да запазват стандартните си характеристики

ки. Произвежданите дизелови горива в САЩ и Англия имат температура на кипене на 90 % от тях до 357°C, докато в Русия е до 360°C, а в България – 95 % дестилат при 360°C. Стандартите за този вид гориво в Германия, Франция, Италия и България ограничават температурата на кипене на 85 % об. от него да не е по-висока от 350°C. У нас се регламентира по стандарт (БДС ISO 8884 – 2005) и количеството на дизеловата фракция, която кипи до 250°C, да не е по-голямо от 65 %. За да се запазят добрите експлоатационни свойства на дизеловото гориво, в стандартите на отделните страни (DIN-7527, DIN-3278-6) се регламентират и някои основни показатели. В Германия кинематичният вискозитет при 20°C може да се колебае от 1,8 до 10 mm<sup>2</sup>/s, във Франция – не повече от 9,5 mm<sup>2</sup>/s, в България при 40°C от 2 до 4,5 mm<sup>2</sup>/s, а в САЩ, Великобритания и Италия, при температура 37,8°C – е от 2 до 6 mm<sup>2</sup>/s. По отношение на цетановото число изискванията в стандартите на отделните страни (DIN-7527, DIN-3278-6, Patent USA-3824527, Patent USA-4329521) също са съобразени с конкретните икономически и екологични фактори. Така в САЩ се използват дизелови горива с цетаново число не по-малко от 40, в повечето европейски страни е от 45 до 50, а в България – не по-малко от 51. От съображение по отношение на екологията и технологията за опазване на околната среда от вредното въздействие на изгорелите газове от дизеловите двигатели, се регламентира в горивата съдържание на полициклични арили до 11 % и на сяра до 50 mg/kg. Изискванията по отношение на последния показател са допустими до 2009 г., като от 01.01.2010 г. се намаляват до 10 mg/kg.

Проучванията в перспектива показват, че основният потребител на нефтопродукти – до 60 %, и в бъдеще ще бъде транспортният сектор, останалите 40 % ще се консумират главно в областта на енергети-

ката и нефтохимията. Може да се прогнозира също така, че за периода до 2020 г. сумарната необходимост в света от бензин и дизелово гориво ще нараства с 2,2 % годишно. На тези два продукта се падат 31 % от общото потребление на нефтопродукти в света. Възможно е също необходимостта от газьолевите фракции да нарастне до 4,5 % годишно, ако се използват като суровина в нефтохимията. Това ще се компенсира от по-малките темпове на потребностите от бензинови фракции, които се очертават на 1,8 % годишно. Сумарната необходимост в света от дестилатни горива от типа на дизеловите и реактивните се очертава да се увеличава до 2,8 % годишно. На тези продукти се падат 44 % от световното потребление на нефтопродукти. Високите темпове на прираста от дестилатните горива може да се обясни с увеличеното им търсене на пазарите от страните в азиатско-тихоокеанския и европейския регион.

За да се управлява качеството на автомобилните бензини, което може да се повлияе от дестилацията на нефта при получаването на реактивни и дизелови горива, в стандарта са регламентирани т.нар. дестилационни характеристики. В европейските стандарти се ограничава количеството на фракциите, които кипят до 150°C, от 46 до 71 % и с край на кипене до 210°C. По отношение на екологичната безопасност се ограничава в тях съдържанието на сяра до 50 mg/kg, която от 01.01.2009 г. се изравнява с нормата за дизелово гориво (10 mg/kg), съдържание на бензен до 1 %, на алкени от 18 до 21 % и арили до 35 %. По този начин се постига оптимизиране в управлението на качествата и количествата на отделните видове горива, получавани от нефт. Едновременно с това изискванията се съобразяват с основните икономически и екологични фактори, наложени от съвременната действителност.

## Заклучение

Трудно е да се направят конкретни прогнози, но експертите по енергетика и технология на нефта [2,5,8,11,12,13,14] са съгласни, че производството на моторни горива ще продължи да отговаря на все по-нарастващото световно търсене през идващите десетилетия. Степената, до която ще расте производството, и количеството, което в крайна сметка ще бъде произведено, зависят от редица комплексни и взаимосвързани фактори. Най-важните от тях са цените на нефта, политиката и инвестиционните решения, подобряването на екологичното състояние на планетата и напредъкът на технологиите. Обединяването на съвременните икономически и екологични фактори в управлението на изискванията към качествата на моторните горива може да доведе до благоприятни кардинални промени в световната история на енергетиката и транспорта.

## Литература

1. Вагнер, Т. О., Д. К. Лоуренс, Д. А. Платиц, Нефть, газ и нефтехимия зарубежом, 2001, № 1, с. 72.
2. Вейцман, И. А., Нефть, газ и нефтехимия зарубежом, № 7, 2006, с. 97.
3. Гуреев, А. А., Е. П. Серегин, В. С. Азеев, Квалификационные методы испытаний нефтяных топлив, Москва, Химия, 1984, с. 240.
4. Митусова, Т. Н., ХТТМ, № 4, 2006, с. 27.
5. Петков, П., Д. Минков, Д. Йорданов, Химия и технология на нефта, Бургас, 2007.
6. Петков, П., Сл. Иванов, Д. Минков, Химотология на нефтени горива, С., 1995.
7. Терентиев, Г. М., А. А. Калинин и др., ХТТМ, № 3, 2004, с. 17.
8. Терентьев, Г. А., В. М. Тюков, Ф. В. Смоль, Моторные топлива, Москва, Химия, 1999, с. 277.
9. Allon, M., Petrole Inform № 1672, 2006, с. 47.
10. Anderson, E. V., Chem. And Eng. News, v. 66, № 37, 2007.
11. Bergmann, B. S., Rev. de l'energic. P., A. 45, № 662, 2006, p. 500-504.
12. Brzezinski, Zb., Harper Collins Publishers N.Y., 2007.
13. Gustafson, T. A., The Washington Post, 28 October 2007, p. 21.
14. Rober, J. S., The Royal Institute Of International Affairs, L.; Wash.: Brookling's institution, 2003. **ИИ**