تقييم النفط ومشتقاته Evaluation of petroleum and its products

بسبب اختلاف مكونات البترول في التركيب الكيميائي ولكونه مزيجاً من مركبات مختلفة فتتغير تبعاً لذلك خواصه الفيزياوية مثل اللون والوزن النوعي واللزوجة وغيرها وخواصه الاحتراقية مثل درجة الاشتعال ودرجة الوميض وغيرها لذلك يخضع النفط الخام ومشتقاته الى فحوصات تقييمية مهمة جداً بغية التعامل معه او مشتقاته اثناء عمليات التصفية او النقل او الخزن او من اجل تحديد العمليات الكيميائية الواجب استعمالها مع النفط الخام لتحويله الى مشتقات مفيدة تبعاً للاستخدامات المناطة بها.

1- الكثافة والوزن النوعي Density and Specific Gravity

تعرف الكثافة على انها كتلة وحدة الحجوم عند ظروف معينة من الضغط ودرجة الحرارة وتقاس بالغرام لكل سم^3. يستخدم مصطلح الوزن النوعي بصورة اوسع والذي يعرف على انه نسبة وزن حجم معين من المادة الى وزن نفس الحجم من الماء على ان يكونا مقاسين في نفس درجة الحرارة. يقاس وزن حجم معين من البترول المراد قياس وزنه النوعي عند ظروف قياسية وهي (60 °F) 15.6 °C وضغط جوي واحد ويستخدم معهد البترول الامريكي American petroleum institute (API)مقياساً خاصاً به للتعبير عن الوزن النوعي وقد شاع استعمال هذا المقياس في العالم لسهولة التعامل به.

يتم قياس الوزن النوعي اما بواسطة قناني الكثافة او بواسطة الهايدروميتر Hydrometers والتي تكون مدرجة اما لقياس الوزن النوعي مباشرة او مدرجة حسب وحدات API.

يمكن تحويل قياسات الوزن النوعي الى وحدات الـ API بدلالة العلاقة:

$$API\ gravity = \frac{141.5}{Specific\ gravity\ at\ 60\ °F} - 131.5$$

وتبدأ قيم API من 10 الى 50 ولكن معظم انواع البترول الخام تكون هذه الدرجة محصورة بين API (20-45) والجدول ادناه يحتوي على قيم API لبعض أنواع البترول ومشتقاته:

المادة	الوزن النوعي	API
نفط ثقيل	0.95	18
نفط خفيف	0.84	36
بنزين	0.74	60
اسفلت	0.99	11

وتستخدم قيم الكثافة والوزن النوعي للدلالة على التركيب الكيميائي للنفط الخام حيث ان الهيدروكاربونات البارافينية تكون كثافتها قليله اما النفثينية والاوليفينية فكثافتهما متوسطة وتكون كثافة المركبات الاروماتية عالية.

لقد وجد بشكل عام ان الوزن النوعي للنفط الخام يقل بازدياد عمق آبار البترول اي انه تزداد قيم الـ API له بالرغم من وجود بعض الاستثناءات ويرجع السبب في ذلك الى زيادة حجم الغاز المذاب فيه بازدياد الضغط.

ومن الجدير بالذكر ان سعر البترول يعتمد على الوزن النوعي حيث تتميز النفوط الخفيفة بأسعار اعلى من النفوط الثقيلة لأن الاولى تحتوي على نسب اعلى من المشتقات المطلوبة في الاسواق مثل هيدروكاربونات الكازولين من ناحية اخرى فأن النفوط ذات الالوان الفاتحة او العديمة اللون تمتاز بدرجات اعلى للـ API حيث تكون النفوط المتوسطة خضراء اللون اما الثقيلة فتتسم بالالوان الغامقة كاللون الاسود.

2- اللزوجة Viscosity

تعرف لزوجة السائل بأنها المقاومة التي تبديها طبقات السائل لغيرها اثناء مرورها عبر انبوب شعري عند درجة حرارة وضغط معينين. تعتبر اللزوجة من الخصائص الفيزياوية الهامة بالنسبة للعديد من المشتقات البترولية وخاصة بالنسبة للزيوت وزيوت التشحيم. ويعتبر تعيينها اساسي بالنسبة للبترول الخام قبل ان تجرى عليه عمليات التصفية والعمليات الكيمياوية. وتقاس بوحدة البويز $g.cm^{-1}.s^{-1}$ = Poise اما اذا قسمت وحدة اللزوجة centipoise على الوزن النوعي فتكون وحداتها الستوك stoke = $cm^2/sec.$.

اما السيولة فهي مقلوب اللزوجة وتعتبر اللزوجة من الصفات المهمة التي تحدد طبيعة ونوعية النفط الخام خصوصا لمعرفة مدى قابلية المادة على الضخ والسحب كما ان تأثر اللزوجة بدرجات الحرارة والضغط ذات صله وثيقة بقابلية المادة على التشحيم والتزييت وعلاقة اللزوجة مع تغير درجة الحرارة علاقه عكسية.

تعتمد لزوجة البترول الخام اعتمادا كبيرا على محتواه من الغازات الذائبة فيه ودرجة حرارته فعند ازدياد كل من المحتوى الغازي ودرجة الحرارة تقل اللزوجة. ان درجة حرارة الطبقات الارضية تتفاوت حسب عمقها عن سطح الارض ومعدل هذا التباين يختلف من موقع الى اخر ولكن بشكل عام يكون هذا التغيير بمقدار 6 لكل 30 متر.

ان معرفة هذه المعلومات عن النفط الخام مهمة جدا لتسهيل عملية استخراج البترول.

من ناحية اخرى انه بازدياد عمق الابار النفطية يزداد الضغط المسلط على الغاز الموجود في المستودعات الصخرية وهذا التفاوت في الضغط قد يتراوح بين بضع مئات من الكيلوغرامات الى بضعة الاف الكيلوغرامات على السنتمتر

المربع. وتختلف بذلك كمية الغاز المذابة في البترول اي انها تزداد بزيادة عمق البئر. ويعود سبب ذلك الى زيادة حجم المحلول الناجم عن ذوبان الغاز في البترول الخام وتستمر هذه الزيادة الى ان يصبح المحلول مشبعا بالغاز. ففي الابار العميقة وتحت الضغوط العالية قد يحتوي النفط الخام على ما يقارب 150 مرة بقدر حجمه من الغاز الذائب نسبة الى حجمه عند سطح الارض وعليه عند استخراج النفط من مكمنـه تحت سطح الارض فان الغازات الذائبة فيه تتحرر من المحلول كلما قل الضغط المسلط عليه ويقل تبعا لذلك حجم النفط المستخرج نسبة الى حجمه في المكمن الارضي وبفقدان نسبة من الغازات الذائبة فيه تزداد كل من كثافته (الوزن النوعي) ولزوجته.

معامل اللزوجة: هي صفة مهمة لدهون التزييت والتي تمثل مقدار التغير في اللزوجة عند تغير درجة الحرارة فالدهون ذات الجودة العالية يكون لها معامل لزوجة عالي.

3- التطايرية Volatility

تعرف تطارية الوقود على انها قابليته على التبخر ويعتمد مدى التبخر لأي سائل على ضغطه البخاري اي الضغط الذي تولده جزيئات بخار السائل المتطايرة والموجودة فوق سطح السائل والتي تكون في حالة توازن مع الضغط الجوي. يزداد الضغط البخاري عادة بارتفاع درجة الحرارة حيث يبدأ السائل بالغليان عندما يتساوى ضغط بخاره مع الضغط الجوي ويعبر عن الضغط البخاري لأي سائل بدلالة درجة غليانه.

لكون المشتقات النفطية متكونة من مزيج من الهيدروكاربونات لكل منها درجة غليان محددة به فيتم تبعا لذلك تسجيل مدى درجة الغليان فمثلا يبدأ الكازولين بالغليان عند درجة 50 مئوي مبتدئاً بالهيدروكاربونات الخفيفة وينتهي غليان آخر الأجزاء عند درجة 200 مئوي. تقاس تطايرية بعض انواع الوقود بواسطة التقطير الاعتيادي وذلك بتقطير 100 مل من المشتق النفطي بواسطة جهاز تقطير بسيط وتسجل درجة درجة غليان بداية التقطير ثم درجة الغليان والحجم المتقطر اثناء عملية التقطير وترسم علاقة بيانية بين النسبة المئوية للجزء المتقطر (المتطاير) ودرجة الغليان.

تعين في تجارب التقطير هذه ثلاث درجات حرارية مهمة وهي درجة تقطير 10% و 50% و 90% حيث تمثل هذه الدرجات الثلاث بداية التطاير ووسط التطاير ونهاية التطاير على التوالي. تختلف مشتقات الوقود المختلفة في متطلبات تطايــرها فمثلا تعتبـر خاصية تطاير الكازولين من الخصائص المهمة المحددة لصلاحية بدء التشغيل في الظروف الباردة وهذه الخاصية هي المسؤولة أيضاً عن توقف المحرك في الظروف الحارة بسبب انسداد المجرى الوقودي بالبخار لهذا السبب تحدد مواصفات الكازولين التطايرية حسب الظروف المناخية فمثلا يحتوي الكازولين

المستخدم في الشتاء على نسبة عالية من المكونات الأكثر تطايراً بينما الكازولين المنتج في الصيف فيحتوي على كميات اكبر من المواد الاقل تطايراً.

4- الوزن الجزيئي: يتوقف الوزن الجزيئي للبترول والمشتقات البترولية على الوزن الجزيئي للمركبات المكونة لكل منها وعلى النسبة بينها ويتراوح الوزن الجزيئي للنفط بين (250-300غم/مول) ويزداد الوزن الجزيئي للمشتقات النفطية مع زيادة درجة غليانها وبسبب اختلاف التركيب الكيمياوي للمشتقات النفطية فتكون اوزانها الجزئية غير متساوية فالمشتقات البارافينية تكون ذات اوزان جزئية عالية بينما المشتقات النفطية الأروماتية تكون ذات اوزان جزئية واطئة اما النفثينية فتكون بأوزان جزيئية متوسطة.

5- درجة الوميض Flash point

وهي أوطأ درجة حرارية يحترق عندها بخار المشتق النفطي عند تعرضه الى لهب. تعتبر هذه الخاصية من الخصائص المهمة جدا من ناحية اختيار انسب الظروف من حيث السلامة لخزن ونقل واستخدام المشتقات النفطية المختلفة. تستخدم عدة انواع من اجهزة قياس درجة الوميض حسب تطايرية المشتق النفطي المراد فحصه فيستخدم مثلا مع الكيروسين والمشتقات الاخرى التي لها درجة وميض اقل من 85◦C الاجهزة ذات الفجوة المغلقة ويستخدم بالنسبة لزيوت الوقود Fuel oil والمشتقات المماثلة طريقة Pensky-Martens ذات الفجوة المغلقة.

Pensky-Martens apparatus

اما بالنسبة لزيوت التشحيم والمشتقات المشابهة التي لها درجات وميض اعلى من 85◦C فتستخدم طريقة Cleveland ذات الفجوة المفتوحة Open cup.

Cleveland open cup apparatus

درجة الحريق Fire point: وهي اوطأ درجة حرارية يتبخر عندها المشتق النفطي ليتجمع فوق سطح السائل كمزيج مع الهواء قابلا للاشتعال بشكل مستمر عند اشعاله بمصدر خارج.

درجة الاحتراق Burning point: هي أوطأ درجة حرارية تستمر عندها الأبخرة المتطايرة من المشتق النفطي والموجودة في وعاء مفتوح بالاحتراق عند اشعالها بمصدر للنار في موضع قريب من سطح السائل. يستخدم هذا الفحص لمعرفة ظروف السلامة الخاصة بوقود الاضاءة.

6- معامل الانكسار: ظاهرة الانكسار هي تغير سرعة الاشعة الضوئية واتجاهها عند انتقالها من وسط الى اخر يختلف بالكثافة ويطلق على النسبة بين سرعة الشعاع في الوسطين (معامل الانكسار) او هو النسبة بين زاوية سقوط الشعاع و زاوية انكساره ولاختلاف مكونات البترول فان النفط الخام يكون بمعاملات انكسار مختلفة والبارافينات تكون ذات معامل انكسار قليل بينما النفثينية والاروماتية يكون معامل انكسارها اعلى نسبيا ويزداد معامل الانكسار مع زيادة الوزن الجزيئي للهيدروكاربونات ويستخدم جهاز لقياس معامل الانكسار يسمى Refractometer (مقياس انكسار الاشعة).

7- درجة الانيلين Aniline point

تعرف درجة الانيلين على انها اوطأ درجة حرارية يمتزج عندها حجمان متساويان من المشتق النفطي والانيلين. يستخدم هذا الفحص لمعرفة المحتوى الاروماتي في المشتق النفطي كالكيروسين والزيوت حيث تزداد درجة الانيلين بأنخفاض المحتوى الاروماتي للمشتق النفطي وزيادة المحتوى البارافيني. يتم قياس درجة الانيلين بأستخدام اجهزة خاصة لهذا الغرض.

Aniline point apparatus

يستفاد من خاصية درجة الانيلين في حساب حرارة الاحتراق للوقود ويستفاد منها أيضاً في تعيين خاصية اخرى مهمة للتعبير عن المحتوى البارافيني والاروماتي لبعض مشتقات الوقود وهذا ما يعرف بـ معامل الديزل والذي يربط العلاقة بين درجة الانيلين و API وحسب العلاقة التالية:

$$Diesel\ Index = \frac{Aniline\ point\ °F \times API\ gravity}{100}$$

8- درجة الانسكاب Pour point

وهي أوطأ درجة حرارية يستمر عندها المشتق النفطي بالانسياب. تضاف عادة الى بعض المشتقات النفطية وخاصة زيوت التشحيم مضافات خاصة تعرف بخافضات درجة الانسكاب وخاصة في الظروف الباردة وفي فصل الشتاء. كما انها تعتبر احد الدلائل للمحتوى البارافيني في المشتقات النفطية ومقياسا لجودتها، حيث زيادة المحتوى البارافيني (الشمعي) يؤدي لزيادة درجة الانسكاب.

لدرجة الانسكاب اهمية كبيرة في اختيار ظروف مكان عمل المشتق النفطي وطرق التعامل مع المشتقات النفطية حسب تغير الظروف البيئية.

9- محتوى الرماد Ash content

يقصد بمحتوى الرماد المخلفات غير المتطايرة الناتجة عن عملية حرق المشتقات النفطية حرقا تاماً ويعبر عادة عن محتوى الرماد بالنسب المئوية الوزنية المتخلفة من المادة الاصلية بعد الحرق. لهذا الفحص أهمية كبيرة بالنسبة لوقود الديزل وزيت الوقود وزيوت التشحيم والتي تضاف لها مضافات مختلفة عضوية ولاعضوية.

10- الحامضية Acidity

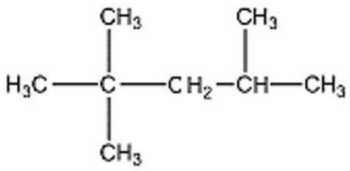
حامضية المشتقات النفطية تعزى الى وجود الحوامض العضوية القوية وبعض الحوامض الضعيفة اما وجود المركبات اللاعضوية الحامضية فليس لها تأثير كبير.

وتقاس الحامضية للمشتقات النفطية باستخدام مصطلح العدد الحامضي والذي يمثل عدد الملي مكافئات لكل غرام من المحلول القاعدي المكافئة لتعادل حامضية نفس الحجم من المشتق النفطي. حيث يعتبر استهلاك اكثر 0.15 mg من KOH ذات تأثير كبير على استقرارية المشتقات النفطية.

كفاءة المشتقات النفطية : Quality of petroleum products

1- العدد الاوكتاني Octane number

يمثل العدد الاوكتاني النسبة المئوية للايزواوكتان في المزيج المتكون من الايزواوكتان والهبتان الذي يعطي الكفاءة الاحتراقية نفسها للوقود المراد فحصه حيث يعتبر العدد الاوكتاني للهبتان الاعتيادي n-heptane صفرا والذي له مقاومة قليلة للقرقعة، اما العدد الاوكتاني للايزواوكتان Iso-octane مساوياً للمئة والذي له مقاومة عالية للقرقعة.



2,2,4-trimethylpentane

$CH_3(CH_2)_5CH_3$

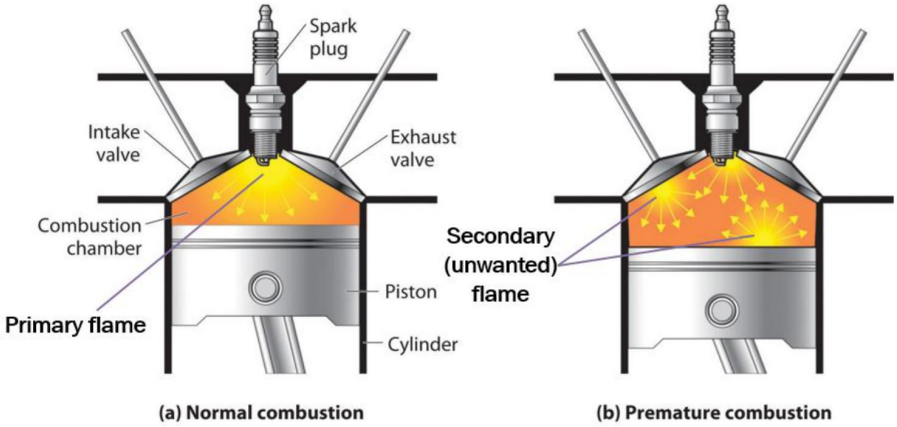
n-heptane

تعبر هذه الخاصية عن جودة وقود الكازولين وخاصة ما يعرف بخاصيته المضادة للقرقعة Antiknock.

ظاهرة القرقعة في محركات السيارات : ان الاحتراق الداخلي في محرك البنزين تبدأ بحركة المكبس داخل اسطوانة المحرك وتمثل دوره كامله فبعد ما يدخل خليط بخار الوقود والهواء الى الاسطوانة يدفعه المكبس الى الاعلى لضغطه وعند ضغط هذا البخار يسخن وترتفع درجة حرارته الى درجة الاتقاد فسوف يحترق الخليط ذاتيا قبل قدح الشرارة من قبل شمعة القدح Spark plug (في حالة استخدام الوقود غير الجيد) واذا حصل ذلك داخل حجرة الاسطوانة اثناء حركة الكبس الى الاعلى وقبل وصول المكبس الى اعلى نقطه فان القوه الدافعة الناتجة من انفجار هذا الخليط قبل الاوان ستؤدي الى حدوث القرقعة وسوف تدفع المكبس الى الاسفل قبل وصوله الى اعلى

نقطه اي انها ستدفع المكبس ضد حركته الاعتيادية وتحاول ان تدير محور التدوير عكس اتجاه حركته وهذه الظاهرة هي التي تسمى ظاهرة القرقعة لان صوتها يشبه القرقعة.

مما تم شرحه اعلاه يظهر لنا بوضوح ان ظاهرة القرقعة مضره بالمحرك وتقلل من كفاءة الاحتراق ويجب تجنبها لانها تدفع بالمكبس ضد حركتها الاعتيادية وتؤدي الى تخلخل في الأجزاء الميكانيكية للمحرك.



وقد وجد الباحثون ان الانواع المختلفه من مكونات البنزين تعطي نتائج مختلفة فيما يخص كفاءة الاحتراق وحدوث ظاهرة الاحتراق قبل الاوان من عمرها ولوضع مقياس لحصول ظاهرة القرقعة لكل نوع من الهيدروكاربونات فقد تم اعطاء مركبات الأيزواوكتان (العدد الاوكتاني 100) والهبتان الأعتيادي (العدد الأوكتاني 0) فالأول يعطي افضل نتيجة لاحتراق الوقود في المحرك بينما الثاني يحدث معه اعلى ظاهره قرقعة في المحرك وباستعمال محرك لفحص ظاهرة القرقعة فان اي مركب من المركبات التي توجد في خليط البنزين يمكن ان تقارن مع نسب معينة من خليط الأيزواوكتان والهبتان الاعتيادي وبذلك يكون العدد الاوكتاني لاي مركب مايقابله من نسبه مئويه للأيزواوكتان في خليط الأيزواوكتان والهبتان اعتيادي.

وقد أستعملت مواد مضادة للقرقعة وأشهرها مركبات الرصاص العضوية مثل رابع اثيلات الرصاص الا أن هذه المواد قد تم تحريمها لتسببها بتلوث البيئة. وقد أستبدلت بمواد أخرى ويدعى الكازولين (البنزين) الحاوي على مضافات اخرى غير مشتقات الرصاص بالكازولين غير المرصوص (الخالي من الرصاص) ومن المواد المستخدمة لذلك المركبات الهيدروكاربونية الحاوية على الاوكسجين او زيادة نسبة النفثينات في مزيج الكازولين.

تأثيرالتركيب الكيمياوي ونسب مكونات الكازولين على العدد الاوكتاني:

1- التركيب الايزومري: للبرافينات الاعتيادية عدد اوكتاني اوطأ من الايزوبارافينات حيث ان العدد الاوكتاني يزداد بزيادة التفرعات في السلسلة الهيدروكاربونية فمثلا للايزواوكتان(2,2,4-trimethyl pentane) ثلاث تفرعات وان عدده الاوكتاني 100 اما للايزومر 3-methyl heptane تفرع واحد وان عدده الاوكتاني 27 اما الاوكتان الاعتيادي الخالي من التفرعات فعدده الاوكتاني 0.

2- الوزن الجزيئي: زيادة الوزن الجزيئي في السلسلة الهيدروكاربونية تقلل من العدد الاوكتاني.

3- عدم التشبع (الاواصر المزدوجة): للاوليفينات عدد اوكتاني اعلى من البارافينات المناظرة لها.

4- النفثينات والمركبات الاروماتية: للنفثينات عدد اوكتاني اعلى من البارافينات الاعتيادية واقل من المركبات الاروماتية.

طريقة قياس العدد الأوكتاني:

1- طريقة البحث (RON) Research Octane Number

تعتبر طريقة البحث هي الأكثر شيوعًا لتقييم الأوكتان في جميع أنحاء العالم حيث يتم تحديد RON عن طريق تشغيل الوقود في محرك اختبار بأستخدام نسبة ضغط متغيرة تحت ظروف متحكم بها، ومقارنة النتائج مع النتائج الخاصة بمزيج الـ iso-octane و n-heptane. تعتمد طريقة RON على سرعة المحرك 600 rpm دورة بالدقيقة وحرارة 60◦F وهي تمثل حركة وسرع سير المحركات داخل المدن.

2- طريقة المحرك Motor Octane Number (MON)

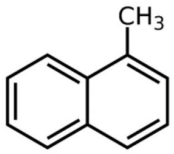
تستخدم هذه الطريقة نفس محرك الاختبار في طريقة البحث ولكن مع وقود مسخن، وزمن أشتعال متغير لزيادة الضغط على مقاومة الوقود للقرقعة، وسرعة محرك أعلى تصل الى سرعة 900 rpm دورة بالدقيقة وحرارة 60◦F وهي تمثل حركة وسرع سير المحركات خارج المدن.

تتطلب مواصفات الكازولين الحد الأدنى من RON و MON ،عادة يعتبر العدد الاوكتاني هو العدد المحصور بين معدل العدد المستحصل عليه من الطريقتان اعلاه واعداد RON اعلى من اعداد MON ويسمى الفرق بينهما بالحساسية Sensitivity :

$$\text{Sensitivity} = \text{RON} - \text{MON}$$

2- العدد السيتاني ومعامل السيتان Cetane number and Cetane index

العدد السيتاني مصطلح يستخدم للتعبير عن الجودة الاحتراقية لوقود الديزل المستخدم كوقود للشاحنات الكبيرة والباصات والقاطرات (يشمل المشتقات النفطية التي تتراوح درجة غليانها 190◦C- 385) حيث يمثل هذا العدد النسبة الحجمية للسيتان $C_{16}H_{34}$ (وهو وقود له فترة تأخير في الاشتعال صغيرة) التي يجب مزجها مع الفا- مثيل نفثالين (وهو وقود له فترة تأخير في الاشتعال كبيرة) في وقود قياسي لتعطي الكفاءة الاشتعالية نفسها للوقود قيد الفحص.



1-methyl naphthalene

$CH_3(CH_2)_{14}CH_3$

n-hexadecane

اما معامل السيتان فيقصد به المعامل الحسابي الذي بواسطته يمكن حساب العدد السيتاني من خصائص اخرى وهي درجة الجاذبية API ونقطة منتصف التقطير. يستفاد من هذه الطريقة في تعيين العدد السيتاني عندما تكون كمية المشتق النفطي غير كافية لتعيين العدد السيتاني بالطرق الاخرى المألوفة ويعتبر ايضاً وسيلة للتأكد من صحة قيم العدد السيتاني.

في مكائن الديزل تُحفز عملية الاحتراق الذاتي للوقود نتيجة الحرارة الناجمة من ضغط مزيج الوقود مع الهواء داخل اسطوانة الاحتراق الناجمة عن حركة المكبس الى حدوث ظاهرة الانفجار المؤدي الى حدوث القرقعة لوقود الديزل.

إن محركات الديزل تكون مشابهة جدا لمحركات البنزين ولكن الفرق الاساس بينهما ان محرك الديزل لا يحتوي على شمعات الاحتراق وطريقة عمل المحرك تعتمد على احتراق الوقود داخل الاسطوانة ذاتيا دون الحاجة إلى شرارة ،على عكس ما كنا نتفادى حصوله في محرك البنزين .تعتمد السيطرة على الاحتراق الذاتي بشكل دقيق على توقيت هذا الاحتراق، فعلى عكس محرك البنزين لا يتم خلط الهواء مع الوقود قبل ادخاله إلى اسطوانة المحرك ، بل يدخل الهواء فقط ويسخن اكثر واكثر نتيجة وجود الشوط الصاعد . وعندما يصل المكبس أعلى نقطة في حركته يتم حقن الوقود إلى داخل الاسطوانة، وعندما يختلط الوقود بالهواء الساخن جدا يشتعل ويؤدي الاحتراق إلى الحصول على قوة الدفع اللازمة للمكبس والتي تنتج عنها الطاقة الحركية.

وتحصل عدة اطوار مميزة عن حقن الوقود إلى داخل الاسطوانة، فأولا يكون حقن الوقود بشكل سائل .وقد يدخل جزء من الوقود الذي يكون في المقدمة بشكل رذاذ لكي ينتشر إلى جميع أجزاء الاسطوانة وعندما يلتقي هذا الوقود الرذاذي بالهواء الحار يتبخر وترتفع درجة حرارته حتى تصل إلى درجة حرارة الاتقاد (درجة الاشتعال الذاتي) ويبدأ الطور الثاني عندما تصل إلى الاحتراق وينتشر إلى باقي السائل والبخار الموجودين داخل حجرة الاحتراق وهنا تحصل قوة الدفع الاولى وفي الطور الثالث وعندما يدخل باقي الوقود إلى داخل الاسطوانة يشتعل ايضا مؤديا إلى زيادة القوة الدافعة على المكبس ، إن هذه الاطوار أو المراحل الثلاث تحدث في عملية الاحتراق ودفع المكبس تحصل جميعها في وقت لا يزيد على واحد من الف من الثانية 0.001 ثانية إن جهاز حقن الوقود في محركات الديزل يكون دقيق التصميم والصنع وأدق بكثير من اجهزة محركات البنزين وبسبب ضخ الوقود إلى أعلى الاسطوانة عندما يكون المكبس في أعلى نقطة يتم ضخ الوقود بضغط عال جدا وبحدود 150-500 ضغط جوي.

تأثيرالتركيب الكيمياوي لوقود الديزل على العدد السيتاني:

1- للبرافينات الاعتيادية عدد سيتاني اعلى من الايزوبارافينات اذ تعتبر الهيدروكاربونات ذات السلاسل المستقيمة غير المتفرعة من المكونات المهمة والاساسية لوقود الديزل الجيد.

2- للنفثينات عدد سيتاني اعلى من المركبات الاروماتية واقل البارافينات الاعتيادية.

يكون العدد السيتاني لوقود الديزل ذات النوعية الجيدة بحدود 50% وهو يكافئ مزيجاً يتكون من 50:50 حجماً من السيتان و الفا-مثيل نفثالين.

يتم تعيين العدد السيتاني عملياً باستخدام أجهزة خاصة مصممة لهذا الغرض حيث تقارن كفاءة الوقود المطلوب فحصه نسبة الى مزيج قياسي من السيتان و الفا-مثيل نفثالين حيث يتم تغيير مكونات المزيج القياسي ليعطي كفاءة اشتعالية تكافئ كفاءة الوقود قيد الفحص.