

U N I V E R S I D A D N A C I O N A L D E

I N G E N I E R I A

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA  
DE PETROLEO Y PETROQUIMICA

" SIGNIFICADO DE LAS PRUEBAS ASTM EN LOS  
ACEITES LUBRICANTES "

Tesis para optar el Grado  
de: B A C H I L L E R.

Nombre:

César Augusto Aza Parra.

LIMA - 1970.

DEDICATORIA:

A mis Padres y Hermanas.

## SUMARIO

### CAPITULO I

Volatilidad.- Definición.-

Flash Point.- Fire Point.-

Significado del Flash Point y Fire Point.- pag 1

### CAPITULO II

Viscosidad.- Definición .-

Relación viscosidad-temperatura.-

Significado de la viscosidad en los aceites de  
motores de combustión, en los de transmisión.-pag 5

### CAPITULO III

Gravedad API.- Peso específico.-

Significado de la Gravedad API.- pag 16

### CAPITULO IV

Puntos de nebulosidad y fluidez.- Definición.-

Significado de puntos de nebulosidad y fluidez.- 20

### CAPITULO V

Color.- Definición.- Significado.- pag 23

### CAPITULO VI

Contaminaciones.- Contaminación con agua.-

Con sedimentos.- Con combustibles.- pag 25

### CAPITULO VII

Residuos de carbón.- definición.- Significado.- 28

## INTRODUCCION

En toda industria existen maquinarias que requieren dentro de su mantenimiento general, un programa de lubricación. El lubricante con el uso se degenera y llega a un estado perjudicial para la máquina. Para controlar el estado real del lubricante en servicio se usan las pruebas especificadas por la ASTM ( American Society for Testing Materials ) por medio de su Comité de Petroleo ( D - 2 ).

El objetivo de este estudio es sugerir normas para la correcta interpretación de los resultados de un análisis de aceite lubricante nuevo o usado de modo que

pueda ayudar en desarrollar un mejor programa de mantenimiento de las máquinas y en el manipuleo del lubricante.

## CAPITULO I

-Volatilidad.- Definición.- Flash Point.- Fire Point.-  
int.- **Significado del Flash Point y Fire Point.-**

### VOLATILIDAD

Definición: La volatilidad de cualquier líquido puede definirse como su tendencia a vaporizarse, es decir, a pa sar del estado líquido al gaseoso.

Muchas veces es necesario conocer el punto de partida de la vaporización del lubricante para deducir la presencia de los componentes ligeros, es decir de hidrocarburos de poco número de carbonos.

El método estandar para determinar la volatilidad de los lubricantes es el Flash Point y Fire Point (Puntos de

Inflamación y Combustión respectivamente).

FLASH POINT.-

Método ASTM D-92 Cleveland Open cup.

Es la temperatura a la cual el producto debe ser calentado para que produzca suficiente vapor que formará con el aire una mezcla que se inflama en presencia de una llama piloto.

Los lubricantes tienen un rango de 275 oF. a 650 oF.

FIRE POINT.-

Método ASTM D-92 Cleveland Open cup.

Es la temperatura a la cual el producto debe ser calentado para que se quemé continuamente cuando la mezcla de vapor y aire es inflamada por la llama piloto.

SIGNIFICADO DE LAS PRUEBAS FLASH POINT Y FIRE POINT.

Los aceites lubricantes tienen su punto de inflamación entre 275 oF. y 650 oF. Los puntos de combustión son de 10 a 70 oF. más altos que los de inflamación, siendo las diferencias mayores cuanto más pesado es el lubricante.

Los puntos de inflamación son importantes para fines de identificación y clasificación, sirviendo a veces para determinar si un producto es una mezcla de aceites livianos y pesados o simplemente un residuo de destilación.

En un aceite lubricante mineral puro el Flash Point

puede indicar la base del aceite, ya que los de base parafínica registran lecturas más altas que los de base nafténica teniendo ambos una misma viscosidad.

La siguiente comparación da una idea general de la diferencia entre un aceite lubricante que es definitivamente parafínico en estructura y un aceite que es nafténico.

<u>Tipo.</u>	<u>Grado SAE.</u>	<u>Flash Point oF.</u>	<u>Fire Point oF.</u>
Parafínico	30	450	470
Nafténico	30	390	405

También el Punto de Inflamación de un aceite sirve como indicación aproximada de su tendencia a evaporarse a altas temperaturas, y por lo tanto, del consumo de aceite por evaporación cuando éste trabaja a altas temperaturas, tal es el caso de los aceites para motores de combustión interna.

En los aceites usados la prueba de Flash Point es de suma importancia. Así tenemos, que en los lubricantes de motor que han trabajado cierto período, la baja del Punto de Inflamación del aceite usado, con relación al nuevo, muestra la cantidad de diluentes presentes en el aceite usado, sufriendo una baja aproximada de 50 oF. por cada 1% de dilución de gasolina o también de 20 oF. por cada 1% de dilución de diesel. También en los aceites usados que han estado expuestos a la contaminación por agua, al momento de realizar la prueba se puede apreciar cualitati-



vamente si tienen agua o no, llegando al caso de ser imposible la determinación del Flash Point cuando el porcentaje de agua es superior al 10 % en volumen.

El resultado de estas pruebas deben ser interpretadas relacionándolas con la viscosidad.

Por lo tanto, cuantitativamente, en los aceites usados el Flash Point y Fire Point son importantes en aceites que han estado expuestos a diluciones con combustibles (diesel, kerosene y gasolina), pero para otros aceites (de transmisión, turbinas, transformadores, etc.), no es de mucha importancia.

## CAPITULO II

-Viscosidad.- Definición.- Relación Viscosidad vs. Temperatura.- Índice de viscosidad.- Significado de la Viscosidad en aceites de motores de combustión, en los de transmisión.-

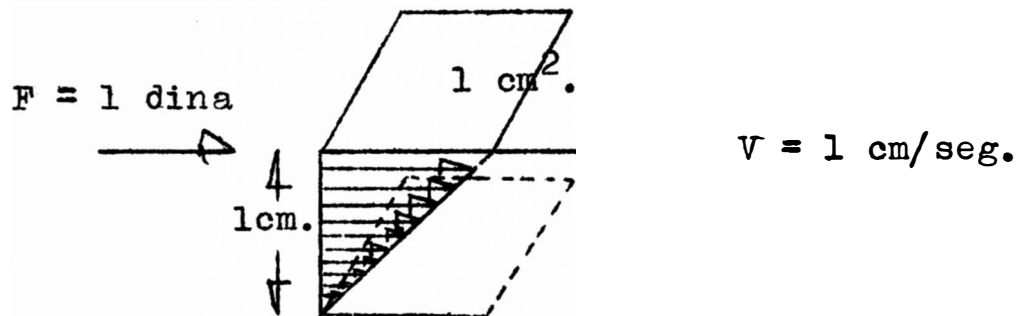
### VISCOSIDAD.-

Método ASTM D-445.

Definición: La viscosidad de un aceite es la medida de su resistencia al fluir. Se dice que un líquido tiene baja viscosidad si fluye libremente como sucede con los combustibles y que tiene alta viscosidad cuando fluye lentamente como la brea.

En otros términos, la viscosidad se define como la

fuerza necesaria para mover una superficie plana sobre otra superficie plana paralela a una unidad de distancia y una unidad de velocidad determinadas cuando las superficies planas están separadas por una capa líquida de una unidad de espesor. Cuando la superficie es de 1 cm. cuadrado, la distancia de 1 cm. y la velocidad de 1 cm/seg., la fuerza de una dina, la viscosidad se denomina "poise" o unidad de viscosidad absoluta.



Como la viscosidad absoluta es difícil de medir, la mayoría de los viscosímetros determinan la viscosidad cinemática.

La viscosidad cinemática es la medida del flujo cuando una determinada cantidad de aceite fluye a través de un tubo capilar bajo la fuerza de la gravedad.

La unidad de viscosidad cinemática es el Stoke, aunque generalmente se usa el centistoke (1 Stoke = 100 centistokes).

La relación entre las unidades de viscosidad absolutas y cinemáticas es:

Viscosidad Abs. Centipoises  
 Viscosidad cinemática centistokes - densidad.

Se debe hacer notar que en esta relación se deben anotar las viscosidades a las mismas temperaturas.

Además la viscosidad de un aceite no es una propiedad aditiva, cuando se mezclan un volumen de un aceite de 500 SSU a 100 oF. con otro volumen de un aceite de 100 SSU a 100 oF., la mezcla resultante no tiene una viscosidad de 300 SSU a 100 oF., sino aproximadamente de 200 SSU a 100 oF., sino aproximadamente de 200 SSU a 100 oF. Por lo tanto para obtener la viscosidad de una mezcla se debe recurrir a las cartas de mezcla conociendo las viscosidades de los aceites siempre a una misma temperatura.

#### RELACION VISCOSIDAD-TEMPERATURA.-

La viscosidad de un aceite disminuye con el aumento de la temperatura del mismo. El régimen de cambio de la viscosidad con la temperatura depende principalmente de la naturaleza o composición del aceite y también puede estar sujeto a la volatilidad pero con un efecto menor.

#### INDICE DE VISCOSIDAD (IV).-

La propiedad de resistir los cambios de viscosidad causados por las variaciones de temperaturas puede evaluarse numéricamente y el resultado se llama "Indice de Viscosidad".

Por lo tanto, el, índice de viscosidad es un número empírico. Un alto Idice de Viscosidad significa un pequeño cambio de la viscosidad bajo

S DE SES

visco

ie

e

do

e

co

se

ie

oE

DO. que

210

uenga

oF.

Posteriormente se han elaborado aceites con IV superiores a 100 que son de base parafínica y refinados por solventes y también se han elaborado aceites nafténicos con IV inferiores a 0.

Tampoco el IV es una propiedad aditiva, por lo tanto para hallar el IV de una mezcla se debe recurrir a hallar las viscosidades de la nueva mezcla a dos temperaturas distintas (100 y 200 oF.) y luego proceder a hallar el nuevo IV de la mezcla aplicando la fórmula o el gráfico pertinentes.

#### SIGNIFICADO DE LA VISCOSIDAD.-

La viscosidad es tal vez la propiedad más importante de un aceite lubricante. El establecimiento de una película lubricante apropiada entre dos superficies en movimiento depende primordialmente de la viscosidad.

Para obtener la lubricación más eficiente, la viscosidad debe estar en relación con los requisitos de velocidad, carga y condiciones de temperatura de los cojinetes o cualquier otro mecanismo en movimiento que requiera lubricación.

Para los cálculos de diseño de cojinetes en la Teoría Hidrodinámica, se ha llegado a una fórmula que integrada por Sommerfield es:

$$\frac{r}{c} \cdot f = \theta \left[ \left( \frac{r}{c} \right)^2 \frac{u \cdot n}{p} \right]$$

donde:

$r$  = Radio del eje.

$C$  = Luz radial.

$U$  = Viscosidad absoluta.

$N$  = Velocidad relativa del eje en rpm.

$P$  = Fuerza por unidad de área proyectada del soporte

$f$  = Coeficiente de fricción.

Con esta fórmula se llega a calcular el espesor mínimo de la película de aceite que estará en función de la viscosidad del mismo. Por lo tanto; un aceite más viscoso de lo necesario originará excesiva fricción en el líquido con el correspondiente calentamiento y pérdida de potencia; un aceite poco viscoso originará una película de poco espesor, con poca resistencia que se quebrará con el trabajo propiciando el contacto metálico entre las piezas en movimiento.

#### SIGNIFICADO DE LA VISCOSIDAD DE LOS ACEITES PARA MOTORES DE COMBUSTION.-

Un motor trabaja a diferentes temperaturas, dependiendo del diseño de la máquina y del tipo de servicio en el que está funcionando. Así tenemos en el caso de los carros de servicio particular que hacen un trabajo intermitente y su temperatura promedio de trabajo es baja, requieren de un aceite de baja viscosidad. También el mis-

mo vehículo que trabaja en ambientes distintos necesitará aceites más viscosos en climas más cálidos.

Pero en general todo aceite de motor que tenía una viscosidad adecuada, con el uso se degenera y cambia. Este cambio puede ser en aumento o baja de viscosidad.

Las causas por la que un aceite ha aumentado su viscosidad pueden ser las siguientes:

- Contaminación con agua, esto ocurre porque en toda combustión hay formación de agua y si el motor trabaja a muy bajas temperaturas o hay cierta deficiencia en la ventilación del carter el vapor de agua se condensará emulsionándose con el aceite. El límite máximo de contaminación por agua permisible es de 0.2 % en volumen, pues esta agua propicia la contaminación y sobre todo en los motores que quemán diesel es muy peligroso ya que con el azufre del combustible terminan formando ácido sulfúrico que corroerá la máquina. Una contaminación del 0.2 % de agua aumentará de tal modo la viscosidad del aceite que siendo este nuevo, cumplía con un grado SAE 20 alcanzando con el agua un grado SAE 30.

- Contaminación con partículas sólidas, que se deben a una mala purificación del aire necesario para la combustión y/o a exceso de combustible que formará residuos carbonosos, lo cual aumentará la viscosidad del aceite.



- Oxidación del aceite. El

aceite al oxidarse aumenta su viscosidad debido al aumento de tamaño de las moléculas de los hidrocarburos.

Por lo tanto, si se observa que la viscosidad a aumentado en un aceite usado quedan como causas probables lo siguiente:

a.- Contaminación de agua, que será confirmada por medio de la prueba de agua, baja de la gravedad API y el posible chisporroteo al determinar el Flash Point

b.- Contaminación con sedimentos, que será afirmada con las pruebas de insolubles por Pentano y Benceno con un máximo de 15 % en peso y la prueba de sedimentos con un máximo de 10 % en volumen.

c.- Oxidación, si el aceite ha sido oxidado se confirmará con las pruebas de Insolubles en pentano y benceno de donde la diferencia entre los insolubles de pentano menos los de benceno nos dará el grado de oxidación del aceite.

Se debe hacer notar que un aceite sufre el deterioro por todos estos fenómenos en conjunto siendo unos más intensos que los otros según las condiciones de trabajo y el estado de las máquinas.

Las causas por las que un aceite puede disminuir su viscosidad son la dilución con combustible y/o que el aceite trabaje a altísimas temperaturas provocándose un

craqueo térmico dentro de la máquina. El fenómeno de la dilución con combustible se presenta cuando pasan cantidades variables de combustible de la cámara de combustión al carter. En los motores a gasolina un 4 % de dilución puede cambiar un aceite del grado SAE 30 al grado SAE 20, igualmente en un motor diesel una dilución del 8 % hará el mismo efecto. Esta dilución queda confirmada con el valor del Flash Point, es decir si baja la viscosidad y baja el Flash Point significa dilución.

Muchas veces se presenta el caso de que a pesar de haber dilución, contaminación y oxidación, la viscosidad no ha variado o su variación es muy poca, esto se explica porque se ha producido un proceso de compensación, es decir que simultáneamente se ha realizado la dilución que bajó la viscosidad y la contaminación con agua, sedimentos y oxidación que ha aumentado la viscosidad.

Por lo tanto la prueba de viscosidad, por sí sola no indica el grado exacto de degeneración del aceite, sino que tiene que ser relacionada con las otras pruebas de Flash Point, agua, sedimentos e insolubles.

El índice de viscosidad de un aceite usado ya no es importante porque permanece bastante igual al del aceite nuevo.

#### LA VISCOSIDAD DE LOS ACEITES DE TRANSMISION.-

La viscosidad en los aceites de transmisión es una propiedad importante, ya que de ella dependerá la apropiada formación de una película resistente que evitará el contacto metal con metal.

En muchas transmisiones la viscosidad apropiada está en un rango bastante reducido por los siguientes motivos:

a.- El aceite debe ser lo más viscoso posible para que forme una película resistente.

b.- El aceite debe ser lo menos viscoso posible para evitar un sobrecalentamiento y pueda romperse la película lubricante.

En los análisis de un aceite usado en transmisión se puede presentar el caso de que ha aumentado la viscosidad, las razones son las mismas que en los aceites de motores de combustión, es decir contaminación con agua, sedimentos y/o oxidación. Luego, para determinar la razón de este aumento, se debe relacionar el resultado de las siguientes pruebas: agua, sedimentos, insolubles y/o número de neutralización.

Los aceites de transmisión generalmente no disminuyen su viscosidad con el trabajo. Esto se debe a que no están expuestos a la dilución con combustibles.

Por lo tanto en un aceite de transmisión se pueden aplicar los mismos conceptos que en un aceite de motor exceptuando la dilución.

La viscosidad en los aceites hidráulicos.- Estos aceites son usados en transmisiones automáticas, en sistemas hidráulicos propiamente y en convertidores de torque.

Las principales características de este tipo de aceite son, su baja viscosidad (SAE 10 a SAE 20), y sobre todo un alto índice de viscosidad (IV - 130 a 140).

En los aceites usados mayormente, la viscosidad aumenta debido a la oxidación y contaminación con agua y sedimentos, por lo que se debe relacionar la viscosidad con el resultado de las otras pruebas.

TEMPERATURE, DEGREES FAHRENHEIT

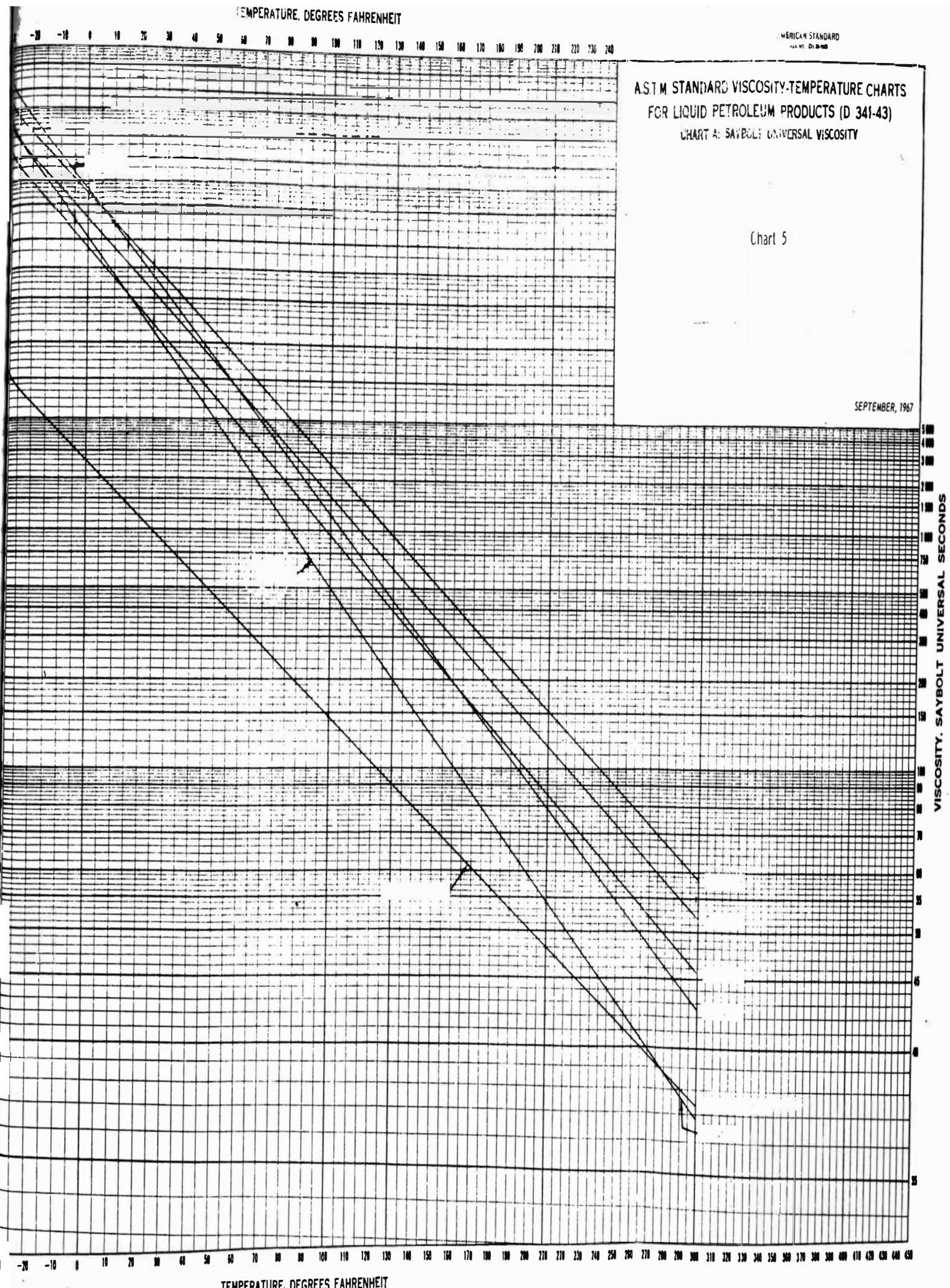
AMERICAN STANDARD  
D 341-43

ASTM STANDARD VISCOSITY-TEMPERATURE CHARTS  
FOR LIQUID PETROLEUM PRODUCTS (D 341-43)  
CHART A: SAYBOLT UNIVERSAL VISCOSITY

Chart 5

SEPTEMBER, 1967

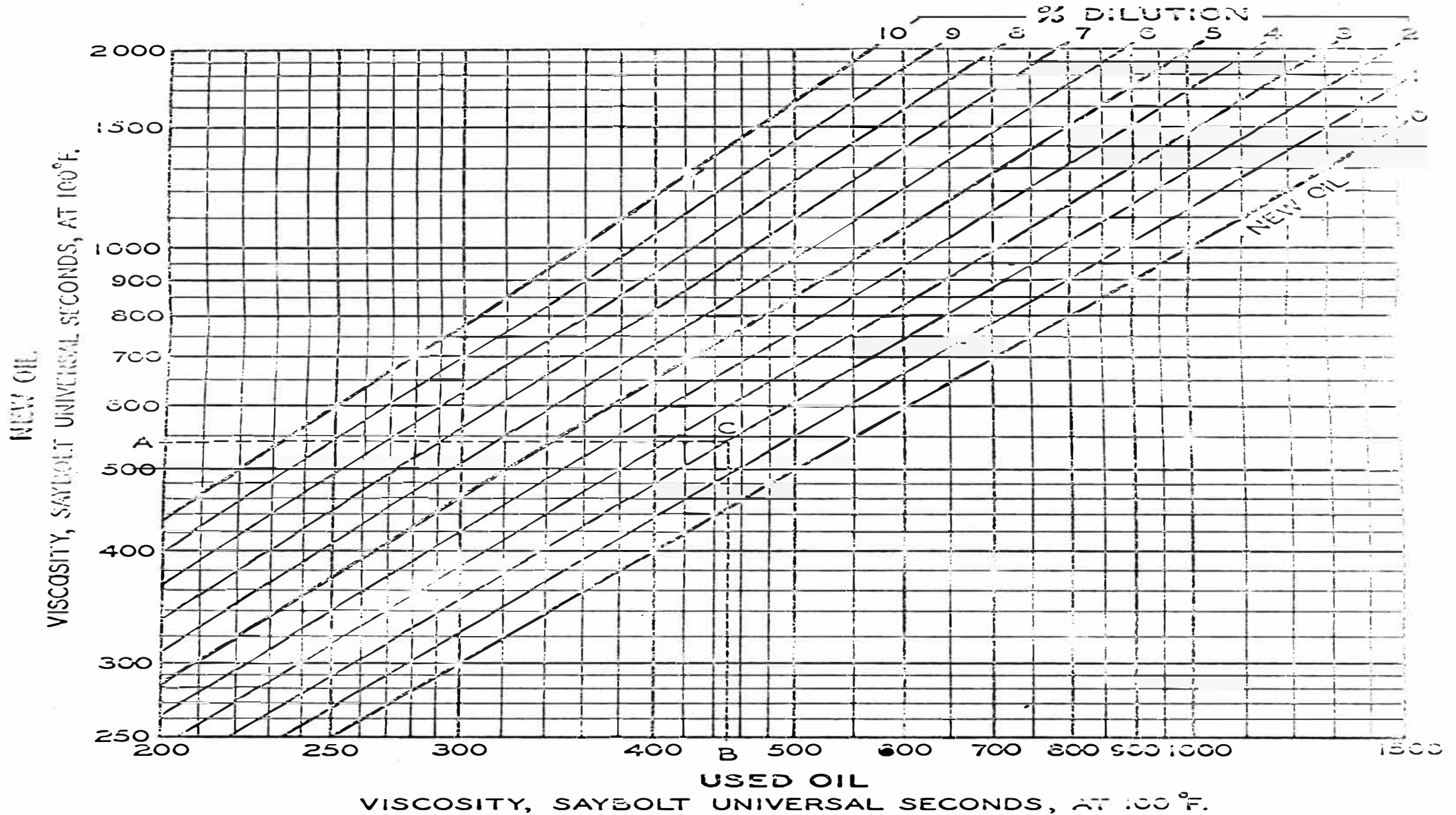
VISCOSITY, SAYBOLT UNIVERSAL SECONDS



TEMPERATURE, DEGREES FAHRENHEIT

# VISCOSITY-DILUTION CHART

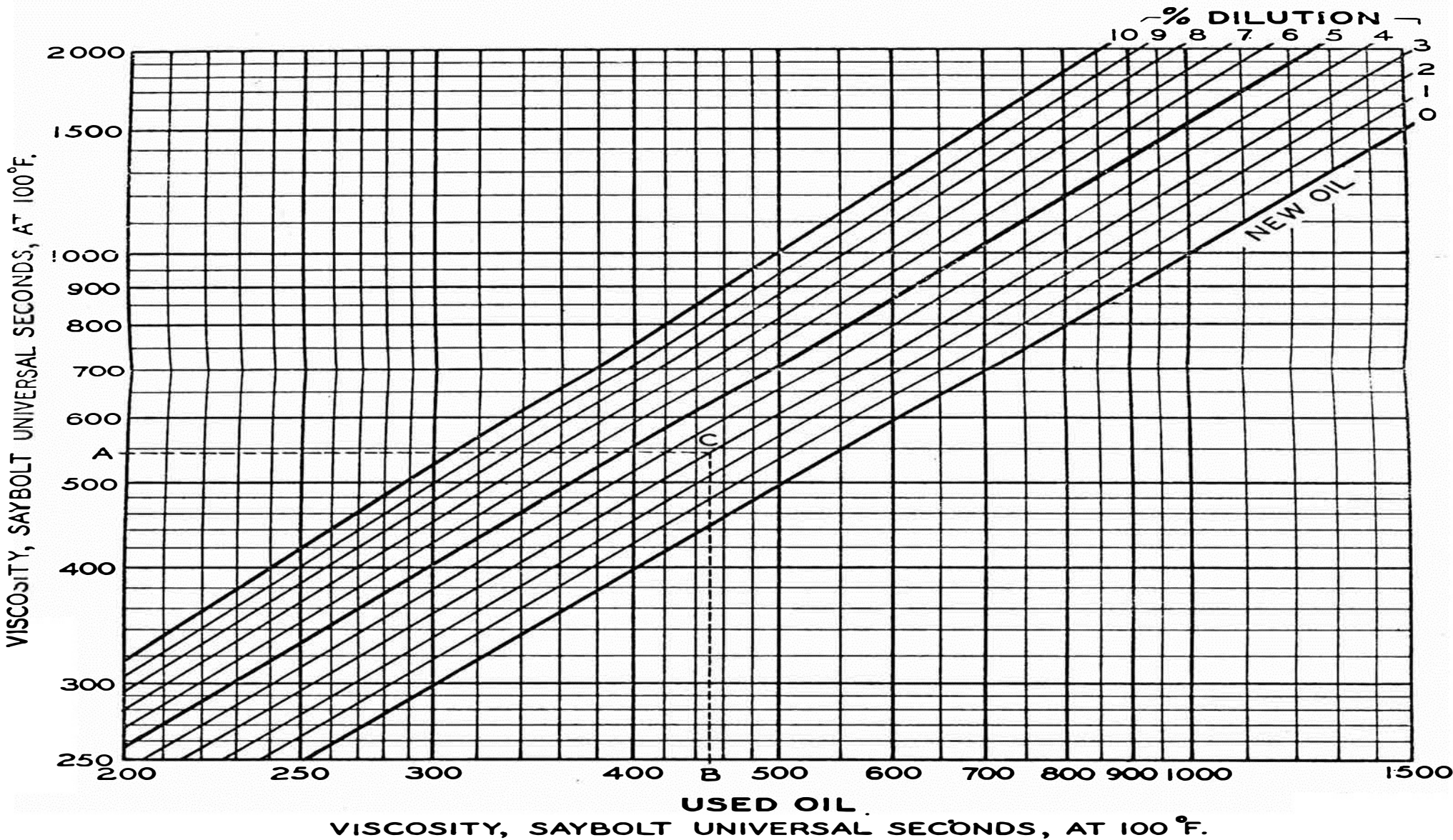
FOR CHECKING DILUTION OF USED GASOLINE ENGINE LUBRICATING OIL



To obtain percentage of dilution of used gasoline engine lubricating oil take viscosity at 100°F of new oil (say at "A"), Then take viscosity at 100°F of used oil (say "B").

The percentage of dilution will be found at the intersection point ("C") of the lines AC and BC. In this example the dilution is 2%.

FOR CHECKING DILUTION OF USED DIESEL ENGINE LUBRICATING OILS



To obtain percentage of dilution of used diesel engine lubricating oil take viscosity at 100°F of new oil (say at "A"). Then take viscosity at 100°F of used oil (say at "B").

The percentage of dilution will be found at the intersection-point ("C") of the lines AC and BC. In this example the dilution is 3%.

TABLE FOR DETERMINING APPROXIMATE FUEL DILUTION OF DIESEL LUBRICATING OIL

		SAYBOLT UNIVERSAL VISCOSITY AT 210 DEG. F.																													
FUEL OIL DILUTION PER CENT	0	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	0	FUEL OIL DILUTION PER CENT
	1	55	57	59	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	87	89	91	93	95	97	99	100	101	103	105	1	
	2	54	56	58	59	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	83	84	86	88	90	91	93	94	96	97	98	100	2	
	3	53	55	57	58	59	61	63	65	67	69	71	72	74	76	78	80	80	81	83	85	86	88	90	91	92	93	94	96	3	
	4	52	54	56	57	58	60	62	64	66	68	70	71	72	74	76	77	78	78	80	82	83	85	86	87	88	89	90	93	4	
	5	51	53	55	56	57	59	61	62	64	66	68	69	70	72	74	75	76	76	77	79	80	81	82	83	85	86	87	90	5	
	6	50	52	54	55	56	58	60	61	63	65	67	68	68	70	72	73	74	74	75	76	77	78	80	81	82	83	85	86	6	
	7	50	52	53	54	55	57	58	59	61	63	65	66	66	68	70	71	72	72	73	74	75	76	78	79	80	81	82	83	7	
	8	49	51	52	53	54	55	56	57	59	61	63	64	64	66	68	69	70	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	8	
	9	49	50	51	52	53	54	55	56	58	60	62	62	62	64	66	67	67	68	69	70	71	72	73	74	74	75	76	77	9	
	10	48	49	50	52	52	53	54	55	57	58	60	60	61	62	64	65	65	66	67	68	69	70	70	71	72	73	74	75	10	
	11	47	49	50	51	52	52	53	54	56	57	59	59	60	60	62	63	63	64	65	66	66	67	68	69	70	71	72	73	11	
	12	47	48	49	50	51	51	52	53	55	56	57	58	58	59	60	61	61	62	63	63	64	65	66	67	68	69	70	71	12	
	13	46	47	48	49	50	50	51	52	54	54	55	56	56	57	58	59	59	60	61	61	62	63	64	65	66	67	68	69	13	
	14	46	47	47	48	49	50	51	52	53	53	54	55	55	56	57	58	58	59	60	60	61	62	62	63	64	65	66	67	14	
	15	45	46	47	48	49	49	50	51	52	52	53	54	55	55	56	57	57	58	57	59	60	60	61	61	62	63	64	65	15	

Note - Table is based on use of a high speed diesel fuel having a viscosity of 35 seconds Saybolt Universal at 100 deg. F. which corresponds to 29.8 seconds on an extrapolated Saybolt Universal scale at 210 deg. F.

This tabulation may be used to determine the approximate percentage of fuel oil contained in a sample of used Diesel engine lubricating oil if the Saybolt Universal Viscosity at 210 deg. F. of the used oil and of the oil when new is known. To use this chart, pick the column headed by the viscosity nearest that of the new oil. Then in that column find the viscosity nearest to that of the used oil sample, and in the same horizontal line in the outside columns (headed Fuel Oil Dilution) is given the percentage of fuel dilution.

**Example**

A sample of used oil is found to have a viscosity of 55 sec. at 210 deg. F. The oil when new had a viscosity of 62 sec. at 210 deg. F. In the column headed by 62 sec., a viscosity of 55 sec. lies in the horizontal line corresponding to a fuel dilution of six per cent.



CHART FOR DETERMINING VISCOSITY INDEX (V.I.)  
 APPROXIMATING VALUES OBTAINED  
 BY ASTM METHOD D 567

V.I. VALUES BELOW 100

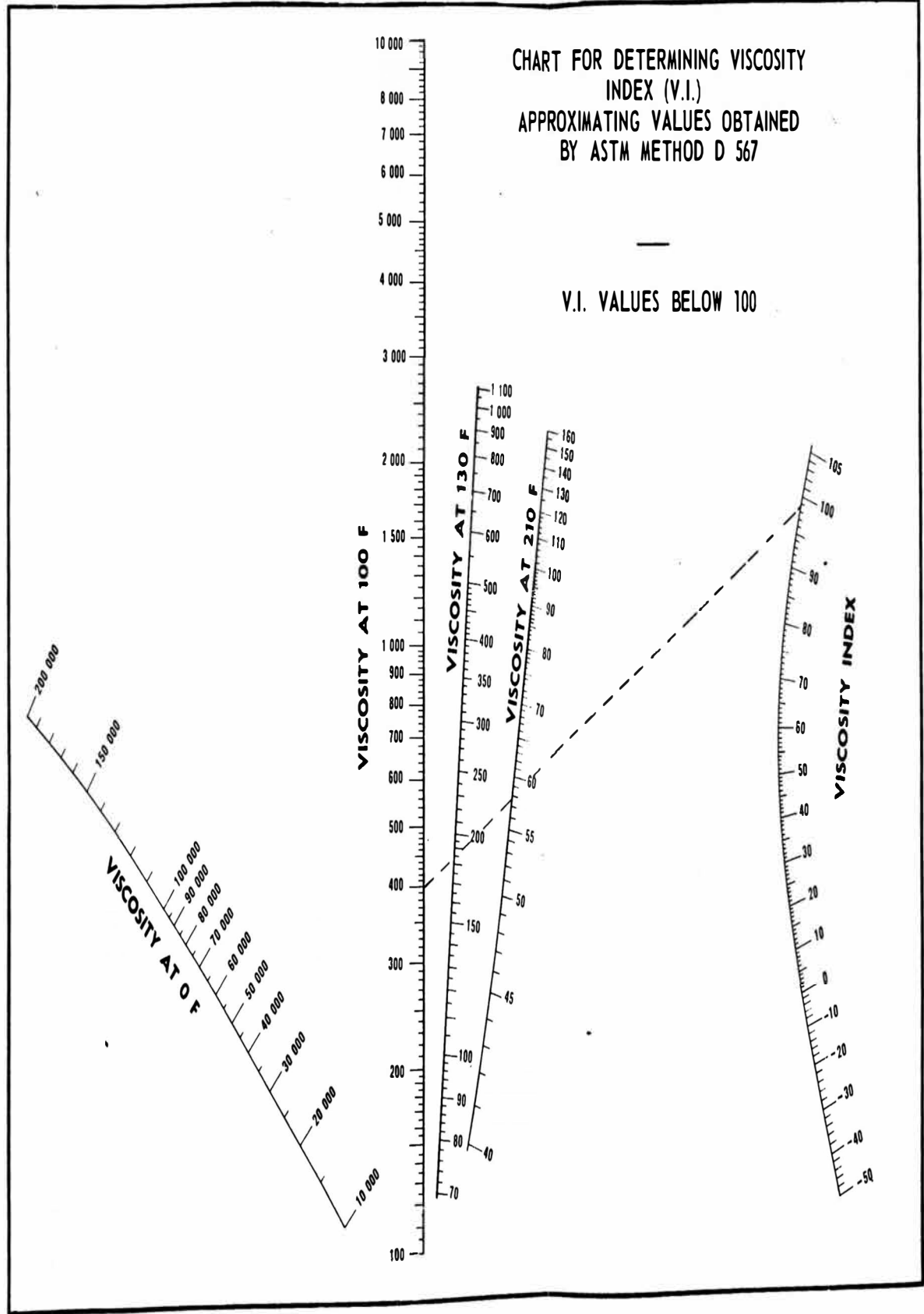
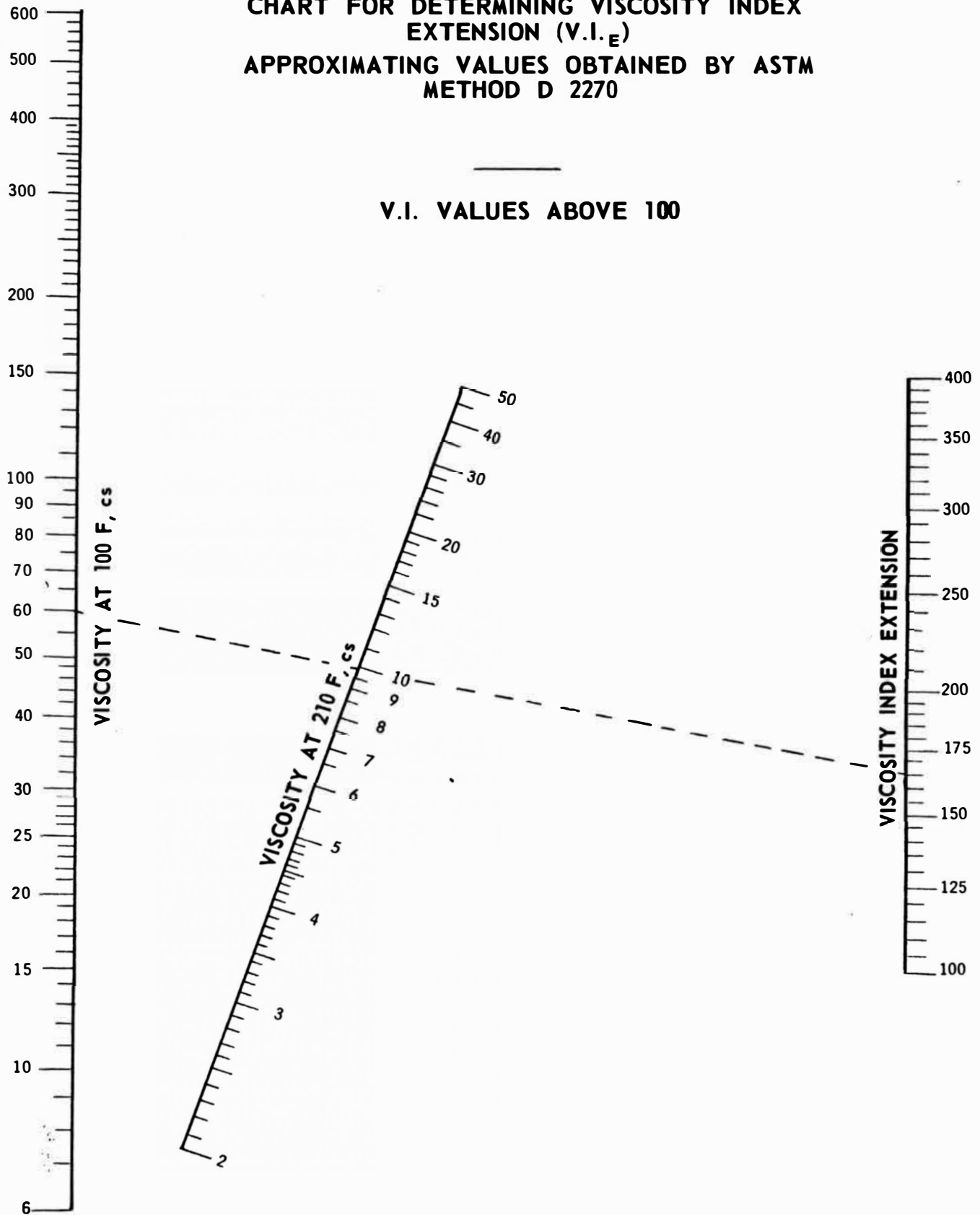


Chart for Determining Viscosity Index When Saybolt Universal Viscosity at Two Standard Temperatures is Known. In the example, an oil has a viscosity of 400 SUS at 100 F and 58 SUS at 210 F. A straight line through these points on the appropriate scales and extended to the Viscosity Index scale indicates a V.I. of approximately 98.

**CHART FOR DETERMINING VISCOSITY INDEX  
EXTENSION (V.I. E)  
APPROXIMATING VALUES OBTAINED BY ASTM  
METHOD D 2270**

**V.I. VALUES ABOVE 100**



*Chart for Determining Viscosity Index When Kinematic Viscosity in Centistokes at Two Standard Temperatures Is Known. In the example shown an oil has a viscosity of 60 cs at 100 F and 10 cs at 210 F. A straight line through these points on the appropriate scales and extended to the Viscosity Index scale indicates V.I. of approximately 165.*

**CHART FOR DETERMINING VISCOSITY INDEX  
EXTENSION (V.I.<sub>E</sub>)  
APPROXIMATING VALUES OBTAINED BY ASTM  
METHOD D 2270**

**V.I. VALUES ABOVE 100**

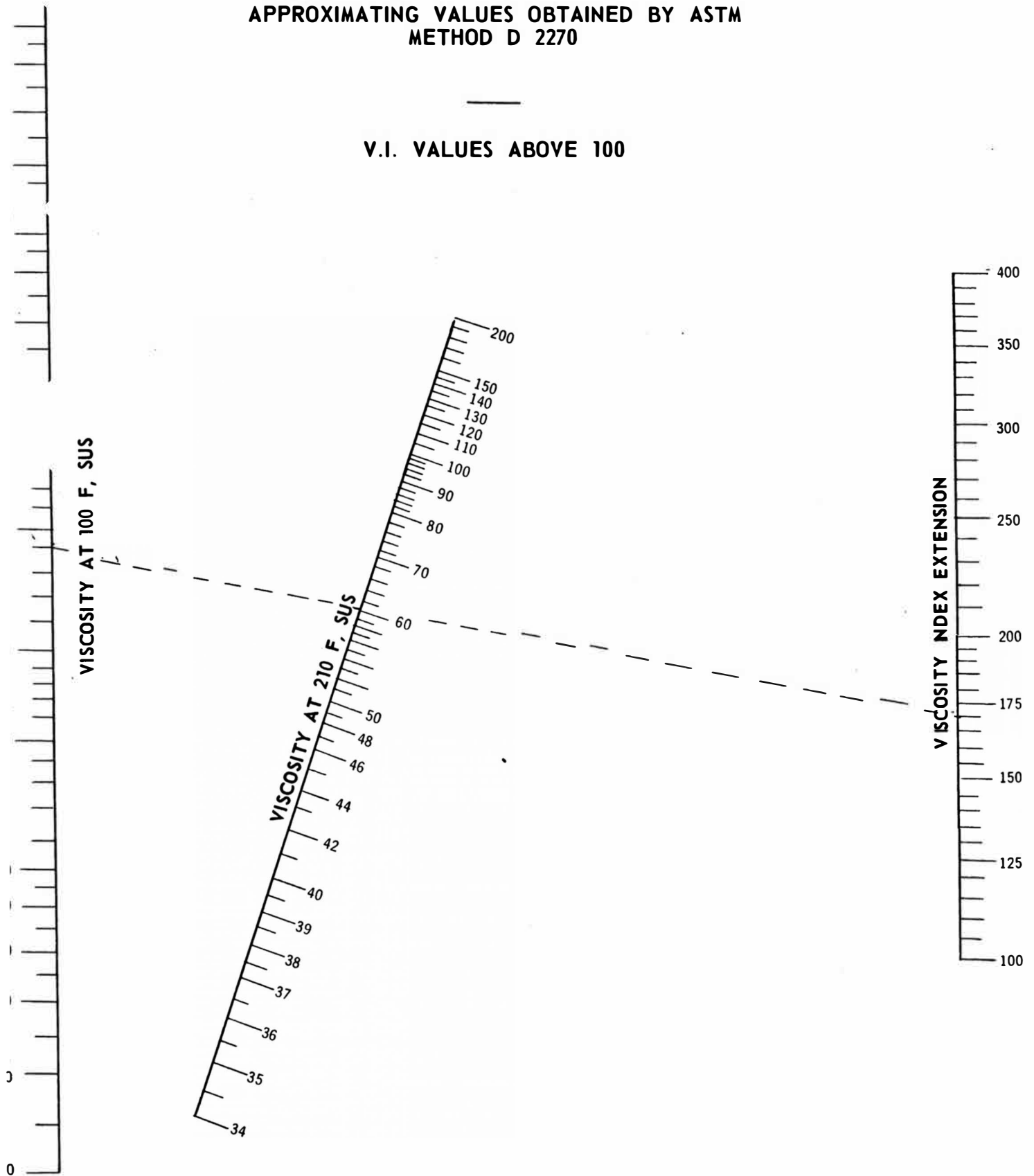


Chart for determining Viscosity Index When Saybolt Universal Viscosity at Two Standard Temperatures Is Known. In the example shown an oil has a viscosity of 280 SUS at 100 F and 60 SUS at 210 F. A straight line through these points on the appropriate scales and extended to the Viscosity Index scale indicates a V.I. of approximately 170.

## CAPITULO III

-Gravedad API.- Peso específico.- Significado de la gravedad API.-

GRAVEDAD API.-

Peso específico.- El peso específico es la razón entre el peso de cierto volumen de una sustancia a 60 oF. y el peso de un volumen de agua a la misma temperatura. Debido a que los aceites lubricantes tienen un distinto coeficiente de dilatación en comparación con el agua, el peso específico varía con la temperatura, por lo que el peso específico se determina a una temperatura establecida de 60 oF. o se corrigen los resultados obtenidos a otras temperaturas a la de 60 oF.

La escala API (American Petroleum Institute) en en la actualidad la única escala usada por la industria del petróleo para señalar el peso específico de los líquidos derivados del petróleo. Esta escala es de números arbitrarios que se expresan en grados que están relacionados con el peso específico de acuerdo con la siguiente fórmula:

Cuanto más alto es el peso específico más bajo será su grado API.

SIGNIFICADO DE LA GRAVEDAD API.-

El peso específico, aunque de poca importancia como medida de calidad, sí indica el tipo de básico empleado en el lubricante, ya sea nafténico y/o parafínico, cuando otras propiedades son conocidas, tales como la viscosidad, flash point, IV, etc. Se sabe que los aceites parafínicos tienen mayor gravedad API que los nafténicos, siendo ambos del mismo grado API, por ejemplo:

<u>Tipo de Básico</u>	GRADO SAE	GRAVEDAD API
Parafínico	30	29
Nafténico	30	20

En general todo aceite lubricante nuevo tiene una gravedad API comprendida entre 20 y 30 grados API.

La gravedad API de los aceites nuevos está en relación con la viscosidad, cuanto más alta sea la viscosidad más bajo es el grado API, aunque esta no es una relación estrictamente matemática.

La gravedad API tampoco es una propiedad aditiva, es decir que si se mezcla un volumen de un aceite de 20 grados API con otro volumen igual de aceite de 20 grados API, la mezcla resultante no va a tener un API de 25, teniendo que determinarse el nuevo API por medio de un hidrómetro o por medios matemáticos haciendo uso de las gravedades específicas para luego con la gravedad específica resultante hallar el nuevo grado API.

En los aceites usados la gravedad API es de poca importancia, ya que se requieren medidas bastante exactas que en la práctica no es posible hallarlas. En el caso de que la gravedad API se determine con bastante exactitud, si la gravedad API a aumentado, significa contaminación con materias livianas como combustibles, diesel, gasolina; si la gravedad API a disminuido significa contaminación con elementos más pesados como el agua, sólidos, etc.

La aplicación más general que se le dá a la gravedad API es en los movimientos comerciales, ya que los aceites tienen una alta variación de volumen con la temperatura,

por lo que todo control se realiza en base al peso del aceite para lo cual se requiere conocer la gravedad API.

#### CAPITULO IV

-Punto de nebulosidad y fluidez.- Definición.- Significado de los puntos de nebulosidad y fluidez.-

##### PUNTO DE NEBULOSIDAD Y FLUIDEZ.-

Estas pruebas se determinan para apreciar las características de solidificación de los aceites.

Todo aceite llega a ser más o menos sólido cuando es enfriado a temperaturas bajas.

Definición.- El punto de nebulosidad de un aceite es la temperatura a la cual su contenido de parafinas sólidas, que normalmente se mantienen en solución, comienzan a solidificarse y separarse formando pequeños cristales, haciendo que el aceite aparezca como nebuloso y turbio.



El punto de fluidez es la mínima temperatura a que el aceite fluye o puede vertirse pasando del estado sólido al líquido.

Estas dos pruebas son corridas conjuntamente debido a que se usa el mismo equipo para efectuarlas.

#### SIGNIFICADO DE LA NEBULOSIDAD Y FLUIDEZ DE UN ACEITE.

El punto de nebulosidad indica el comportamiento de un aceite en ciertas condiciones de trabajo. Sin embargo la mayoría de los casos el punto de nebulosidad no tiene importancia práctica. Este punto sólo se puede determinar en los aceites que son transparentes hasta en capas de  $1\frac{1}{2}$ " de espesor. Pero la determinación del punto de fluidez (pour point) puede hacerse en cualquier aceite.

En general en los aceites lubricantes el Pour Point varía entre -10 oF. a 60 oF., perteneciendo, los valores más altos a los aceites más pesados y los valores más bajos a los más livianos.

En los aceites básicos minerales puros el punto de nebulosidad y fluidez nos indican la base del crudo del que proviene. Los aceites básicos de más alto Pour Point son los nafténicos, teniendo los valores intermedios los de base intermedia. También los aceites básicos sirven para determinar la cantidad de parafina que posee el aceite, cuanto más alto sean los valores del producto de nebulosi

dad y Pour Point más alta la cantidad de parafina que con-  
tienen.

El mismo concepto que se aplica a los aceites básicos no es aplicable al aceite ya elaborado, porque muchas veces se les agregan aditivos especiales que son depresores del Pour Point. La cantidad de aditivo añadido depende de las características del aceite básico y de las condiciones en las que el aceite va a trabajar.

El punto de fluidez es otra propiedad física en el aceite que no es aditiva, ya que normalmente el Pour Point de una mezcla de aceites es más alta del que debiera ser de acuerdo a las características de los componentes.

En general los valores del punto de nebulosidad y el de fluidez no tienen mucha importancia práctica, sólo sirven para controlar que esten lo suficientemente bajos para que el aceite cumpla con su misión lubricadora.

En los aceites usados generalmente, los valores, tanto del punto de nebulosidad como el de fluidez bajan cuando tienen dilución con combustible. El comportamiento debido a otras contaminaciones, como sedimentos, es nulo; y con el agua puede subir o bajar, de acuerdo a que el va-  
lor inicial sea inferior o superior al del líquido conta-  
minante.

## CAPITULO V

-Color.- Definición.- Significado.-

### COLOR (prueba ASTM D 1500).-

El color de los aceites derivados del petróleo puede ser observado por medio de la luz transmitida o la luz reflejada, llamándose al primero color verdadero y al segundo reflejo o floración. Este reflejo azulado o verde-oliva no se expresa en valores numéricos, ya que no existen codificaciones ni un método estándar para determinarlo. Por regla general, los aceites de base parafínica tienen reflejo color verde-oliva, mientras que los de base nafténica casi siempre tienen reflejos azulados. Los de base intermedia casi siempre son de color azul-verdoso o verde.

Los colores de los aceites revelados por medio de luz transmitida son determinados por medio de varios instrumentos, siendo el más generalizado el Colirímetro ASTM Unión.

#### SIGNIFICADO DEL COLOR.-

El color del lubricante no indica nada en relación con la calidad del mismo, excepto cuando sea evidente la presencia de contaminantes. Esto es especialmente cierto ahora que se usan aditivos colorantes que imparten mejor aspecto al lubricante, sin variarle la calidad.

En general el color no tiene ningún significado, que no sea como ayuda para determinar o identificar un producto.

Las unidades numéricas usadas comercialmente para describir el color, son escalas arbitrarias en base a colores patrones, por lo que no se puede utilizar estos números de colores en una forma matemática, así por ejemplo, un color ASTM 4 no es dos veces más oscuro que un ASTM 2.

Sin embargo, el color de un aceite es importante en algunos casos, como en el de lubricantes para industrias textiles, donde deben ser lo más claros posibles para evitar manchas que perjudiquen a los tejidos.

En los aceites usados, el color es un auxiliar para determinar el deterioro de un aceite, comparándolo con el nuevo. En los aceites para turbinas, cojinetes, reductores, etc., es decir aceites que no tienen el peligro de la

combustión, el cambio de color sirve de gran ayuda para estimar su grado de oxidación.

Por lo general, todo aceite con el uso tiende a oscurecerse, esto se debe a la oxidación, contaminación con cenizas y carbones en los motores de combustión.

## CAPITULO VI

-Contaminaciones.- Contaminación con agua y con sedimentos.- Contaminación con combustibles.-

### CONTAMINACIONES.-

Todo aceite almacenado o en servicio está expuesto con más o menos probabilidades a ser contaminado. Estas contaminaciones van en desmedro de la calidad del aceite.

Un aceite puede ser contaminado con tres elementos principalmente:

Agua.

Sedimentos o materias inorgánicas.

Combustibles.

### CONTAMINACION CON AGUA Y CON SEDIMENTOS.-

La cantidad de agua se puede medir por dos métodos estándar que son el de Centrifugación y el de Destilación. El método de Centrifugación da el contenido total de agua y sedimentos y el de destilación da el porcentaje en volumen de agua. Este último método se prefiere cuando se requiere un resultado bastante exacto.

Por cualquiera de los dos métodos, la cantidad límite permisible para que un aceite pueda seguir trabajando es de 0.2 % en volumen. Si un aceite usado excede este límite debe de ser cambiado o tratado por medio de una centrifugación, o tratado en secado para que continúe trabajando ya que si sigue con este alto contenido de agua resultará demasiado viscoso, además que provocará una oxidación del aceite y motor, así como la corrosión de la máquina.

Aparte de estos dos métodos también se utiliza en la práctica el Método del Plato Caliente (Hot Plate) que nos da un resultado cualitativo, es decir que nos confirma si hay o no agua en el lubricante, pero sin que se pueda apreciar cuantitativamente.

Contaminación con sedimentos.- En esta prueba se determina el porcentaje de contaminantes sólidos que tiene el aceite; estas partículas son materias extrañas que vienen del aire y/o también son partículas metálicas, producto del desgaste de la máquina. Un alto porcentaje de sedimentos hará que aumente la viscosidad y también se notará un

alto porcentaje en los insolubles en pentano y benceno.

Un alto porcentaje de sedimentos se puede deber a descuidos en el almacenamiento, manipuleo, o deficiencias mecánicas de la máquina, y en los motores de combustión se debe a deterioros de los purificadores de aire o de los filtros.

Los sedimentos se miden por métodos de la centrifugación donde el resultado es un porcentaje en volumen.

#### CONTAMINACION CON COMBUSTIBLE.-

Este tipo de contaminación se presenta en los aceites para motores de combustión. En un motor de combustión interna, cantidades variables de combustible se filtran a través de los anillos del pistón y van contaminando el aceite, lo cual hace disminuir la viscosidad del mismo, debido a esta baja de viscosidad no hay un buen sello entre el anillo y el cilindro por lo que es más fácil el ingreso de combustible al carter, disminuyendo aún más la viscosidad, por lo que se tiene un proceso que cada vez va siendo más degenerativo.



## CAPITULO VII

-Residuo de Carbón.- Definición.- Significado.-

### RESIDUO DE CARBON.-

(Método ASTM D 189)

Definición: Los productos derivados del Petroleo son mezclas complejas de hidrocarburos y otros productos químicos. Al evaporarse estos elementos y quemarse dejarán un residuo carbonoso que se conoce con el nombre de residuo de carbón. Es importante anotar que este residuo no es enteramente compuesto de carbón, sino que es un coque que luego puede cambiar al ser quemado.

### SIGNIFICADO DE LA PRUEBA.-

Antiguamente se consideraba el residuo de carbón como

un indicador de la cantidad de depósitos carbonosos que podía formar un aceite de motor en la cámara de combustión, dándose un límite condenatorio general para todos los aceites.

En la actualidad se han desarrollado distintos tipos de aditivos, lo cuales mejoran las cualidades del aceite, pero aumentan su residuo de carbón, por otro lado habiéndose incrementado el límite residuo de carbón por medio de la detergencia es posible solamente interpretar con el debido conocimiento del lubricante, de su grado de detergencia y del residuo de carbón que tenga el mismo estado nuevo. Cualquier aumento del residuo a partir del aceite nuevo nos indica contaminaciónes con partículas inorgánicas y/o metales de desgaste de la máquina.

## CONCLUSIONES

Para interpretar correctamente los resultados de un análisis de un aceite lubricante se debe de tener las siguientes consideraciones:

1.- Conocer las especificaciones del aceite nuevo, para utilizarlo como dato comparativo.

2.- Conocer los límites condenatorios del aceite. Estos datos pueden ser dados por el fabricante del aceite.

3.- Jamás interpretar el resultado de una sóla prueba aisladamente.

4.- Conocer las condiciones de la máquina donde trabajó el aceite:

Motor a gasolina o diesel.

Compresora, tipo.

Reductor.

Cantidad de aceite en circulación.

Cantidad de aceite añadido durante el trabajo.

Tiempo de trabajo del aceite.

Finalidad del aceite (Estado del mismo para de  
terminar: frecuencia de cambio: falla de la máquina).