
**Нефтепродукты. Расчет индекса
вязкости по кинематической вязкости**

*Petroleum products. Calculation of viscosity index from
kinematic viscosity*

Ответственность за подготовку русской версии несёт GOST R
(Российская Федерация) в соответствии со статьёй 18.1 Устава ISO



Ссылочный номер
ISO 2909:2002

Отказ от ответственности при работе в PDF

Настоящий файл PDF может содержать интегрированные шрифты. В соответствии с условиями лицензирования, принятыми фирмой Adobe, этот файл можно распечатать или смотреть на экране, но его нельзя изменить, пока не будет получена лицензия на интегрированные шрифты и они не будут установлены на компьютере, на котором ведется редактирование. В случае загрузки настоящего файла заинтересованные стороны принимают на себя ответственность за соблюдение лицензионных условий фирмы Adobe. Центральный секретариат ISO не несет никакой ответственности в этом отношении.

Adobe - торговый знак фирмы Adobe Systems Incorporated.

Подробности, относящиеся к программным продуктам, использованные для создания настоящего файла PDF, можно найти в рубрике General Info файла; параметры создания PDF были оптимизированы для печати. Были приняты во внимание все меры предосторожности с тем, чтобы обеспечить пригодность настоящего файла для использования комитетами-членами ISO. В редких случаях возникновения проблемы, связанной со сказанным выше, просьба проинформировать Центральный секретариат по адресу, приведенному ниже.



ДОКУМЕНТ ОХРАНЯЕТСЯ АВТОРСКИМ ПРАВОМ

© ISO 2002

Если не указано иное, никакую часть настоящей публикации нельзя копировать или использовать в какой-либо форме или каким-либо электронным или механическим способом, включая фотокопии и микрофильмы, без предварительного письменного согласия ISO, которое должно быть получено после запроса о разрешении, направленного по адресу, приведенному ниже, или в комитет-член ISO в стране запрашивающей стороны.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 734 09 47
E-mail copyright @ iso.org

Web www.iso.org

Опубликовано в Швейцарии

Содержание

Страница

Предисловие	iv
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	1
4 Принцип	2
5 Определение.....	2
6 Расчет	2
6.1 Общие положения	2
6.2 Метод А.....	2
6.3 Метод В.....	8
7 Обработка результатов.....	9
8 Прецизионность.....	9
9 Протокол испытания.....	10

Предисловие

ISO (Международная организация по стандартизации) представляет собой всемирную федерацию, состоящую из национальных органов по стандартизации (комитеты-члены ISO). Работа по разработке международных стандартов обычно ведется Техническими комитетами ISO. Каждый комитет-член, заинтересованный в теме, для решения которой образован данный технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные организации, правительственные и неправительственные, поддерживающие связь с ISO, также принимают участие в работе. ISO тесно сотрудничает с Международной электротехнической комиссией (IEC) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Международные стандарты разрабатываются в соответствии с правилами, установленными в Части 2 Директив ISO/IEC.

Основное назначение технических комитетов заключается в разработке международных стандартов. Проекты международных стандартов, принятые Техническими комитетами, направляются комитетам-членам на голосование. Для их опубликования в качестве международных стандартов требуется одобрение не менее 75 % комитетов-членов, участвовавших в голосовании.

Внимание обращается на тот факт, что отдельные элементы данного документа могут составлять предмет патентных прав. ISO не несет ответственность за идентификацию каких-либо или всех подобных патентных прав.

Международный стандарт ISO 2909 был разработан Техническим комитетом ISO/TC 28, *Нефтепродукты и смазочные материалы*.

Настоящее третье издание отменяет и заменяет второе издание (ISO 2909:1981), которое прошло технический пересмотр.

Нефтепродукты. Расчет индекса вязкости по кинематической вязкости

1 Область применения

Настоящий международный стандарт описывает два метода расчета индекса вязкости (VI) нефтепродуктов и родственных материалов, таких как смазочные масла, по их кинематической вязкости при температуре 40 °C и 100 °C.

Метод А применим к нефтепродуктам, индекс вязкости которых составляет до 100 включительно.

Метод В применим к нефтепродуктам, индекс вязкости которых составляет 100 или выше.

ПРИМЕЧАНИЕ Результаты, полученные из расчета VI по кинематической вязкости, определенной при температуре 40 °C и 100 °C фактически такие же, как индексы, полученные по бывшей системе расчета VI, использующей кинематическую вязкость, определенную при температуре 37,78 °C и 98,89 °C.

Настоящий международный стандарт не применяется к нефтепродуктам, кинематическая вязкость которых ниже 2,0 мм²/с при температуре 100 °C. Таблица 1 применяется к нефтепродуктам, кинематическая вязкость которых составляет от 2 мм²/с до 70 мм²/с при температуре 100 °C. Представлены формулы для расчета индекса вязкости нефтепродуктов, имеющих кинематическую вязкость выше 70 мм²/с при температуре 100 °C.

ПРИМЕЧАНИЕ В тех случаях, когда данных по кинематической вязкости, определенных при температуре 40 °C и 100 °C не имеется, оценку можно выполнить по индексу вязкости путем расчета кинематической вязкости при температуре 40 °C и 100 °C по данным, полученным при других температурах. Такие данные индекса вязкости можно считать подходящими только для информации, а не для целей спецификации.

2 Нормативные ссылки

Нижеследующие документы являются обязательными для применения данного документа. Для датированных ссылок действительно только указанное издание. В случае недатированных ссылок используется последняя редакция документа, на который дается ссылка (включая все изменения).

ISO 3104:1994, *Нефтепродукты. Жидкости прозрачные и непрозрачные. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости*

3 Термины и определения

Применительно к данному документу используются следующие термины и определения.

3.1

индекс вязкости

viscosity index

VI

число, используемое для характеристики изменения кинематической вязкости нефтепродукта в зависимости от температуры

ПРИМЕЧАНИЕ Для продуктов, имеющих аналогичную кинематическую вязкость, чем выше индекс вязкости, тем меньше воздействие температуры на их кинематическую вязкость.

4 Принцип

Кинематическую вязкость при температуре 40 °С и 100 °С определяют с помощью стандартного метода испытания, а индекс вязкости рассчитывают по полученным данным испытания, используя известные корреляции.

5 Определение

Определяют кинематическую вязкость пробы при температуре 40 °С и 100 °С в соответствии с ISO 3104.

6 Расчет

6.1 Общие положения

Рассчитывают индекс вязкости, используя один из методов, приведенных в 6.2 и 6.3.

6.2 Метод А

6.2.1 используют метод А для нефтепродуктов, индекс вязкости которых составляет до 100 включительно (см. примечание к 8.2).

6.2.2 Если кинематическая вязкость нефтепродукта при температуре 100 °С находится в интервале от 2 мм²/с до 70 мм²/с, берут из Таблицы 1 соответствующие значения *L* и *H*:

где

L кинематическая вязкость, выраженная в миллиметрах квадратных в секунду при температуре 40 °С нефтепродукта, имеющего индекс вязкости равный 0 и такую же кинематическую вязкость при температуре 100 °С, что и нефтепродукт, индекс вязкости которого необходимо рассчитать;

H кинематическая вязкость, выраженная в миллиметрах квадратных в секунду при температуре 40 °С нефтепродукта, имеющего индекс вязкости равный 100 и такую же кинематическую вязкость при температуре 100 °С, что и нефтепродукт, индекс вязкости которого необходимо рассчитать.

Измеренные значения, которые не приводятся, но попадают в диапазон таблицы можно получить методом линейной интерполяции.

6.2.3 Если измеренная кинематическая вязкость нефтепродукта при температуре 100 °С выше 70 мм²/с, рассчитывают значения *L* и *H* по следующим формулам:

$$L = 0,835 3Y^2 + 14,67Y - 216 \quad (1)$$

$$H = 0,168 4Y^2 + 11,85Y - 97 \quad (2)$$

где *Y* кинематическая вязкость, выраженная в миллиметрах квадратных в секунду, при температуре 100 °С нефтепродукта, индекс вязкости которого необходимо рассчитать.

6.2.4 Рассчитывают индекс вязкости, VI, нефтепродукта по следующей формуле:

$$VI = \frac{L - U}{L - H} \times 100 \quad (3)$$

где U кинематическая вязкость, выраженная в миллиметрах квадратных в секунду, при температуре 40 °С нефтепродукта, индекс вязкости которого необходимо рассчитать.

Таблица 1 — Измеренные значения L и H для кинематической вязкости

Кинематическая вязкость при 100 °C мм ² /с	L	H	Кинематическая вязкость viscosity at 100 °C мм ² /с	L	H
2,00	7,994	6,394	6,00	57,97	38,19
2,10	8,640	6,894	6,10	59,74	39,17
2,20	9,309	7,410	6,20	61,52	40,15
2,30	10,00	7,944	6,30	63,32	41,13
2,40	10,71	8,496	6,40	65,18	42,14
2,50	11,45	9,063	6,50	67,12	43,18
2,60	12,21	9,647	6,60	69,16	44,24
2,70	13,00	10,25	6,70	71,29	45,33
2,80	13,80	10,87	6,80	73,48	46,44
2,90	14,63	11,50	6,90	75,72	47,51
3,00	15,49	12,15	7,00	78,00	48,57
3,10	16,36	12,82	7,10	80,25	49,61
3,20	17,26	13,51	7,20	82,39	50,69
3,30	18,18	14,21	7,30	84,53	51,78
3,40	19,12	14,93	7,40	86,66	52,88
3,50	20,09	15,66	7,50	88,85	53,98
3,60	21,08	16,42	7,60	91,04	55,09
3,70	22,09	17,19	7,70	93,20	56,20
3,80	23,13	17,97	7,80	95,43	57,31
3,90	24,19	18,77	7,90	97,72	58,45
4,00	25,32	19,56	8,00	100,0	59,60
4,10	26,50	20,37	8,10	102,3	60,74
4,20	27,75	21,21	8,20	104,6	61,89
4,30	29,07	22,05	8,30	106,9	63,05
4,40	30,48	22,92	8,40	109,2	64,18
4,50	31,96	23,81	8,50	111,5	65,32
4,60	33,52	24,71	8,60	113,9	66,48
4,70	35,13	25,63	8,70	116,2	67,64
4,80	36,79	26,57	8,80	118,5	68,79
4,90	38,50	27,53	8,90	120,9	69,94
5,00	40,23	28,49	9,00	123,3	71,10
5,10	41,99	29,46	9,10	125,7	72,27
5,20	43,76	30,43	9,20	128,0	73,42
5,30	45,53	31,40	9,30	130,4	74,57
5,40	47,31	32,37	9,40	132,8	75,73
5,50	49,09	33,34	9,50	135,3	76,91
5,60	50,87	34,32	9,60	137,7	78,08
5,70	52,64	35,29	9,70	140,1	79,27
5,80	54,42	36,26	9,80	142,7	80,46
5,90	56,20	37,23	9,90	145,2	81,67

Таблица 1 — Измеренные значения L и H для кинематической вязкости (продолжение)

Кинематическая вязкость при 100 °C мм ² /с	L	H	Кинематическая вязкость при 100 °C мм ² /с	L	H
10,0	147,7	82,87	14,0	263,3	135,4
10,1	150,3	84,08	14,1	266,6	136,8
10,2	152,9	85,30	14,2	269,8	138,2
10,3	155,4	86,51	14,3	273,0	139,6
10,4	158,0	87,72	14,4	276,3	141,0
10,5	160,6	88,95	14,5	279,6	142,4
10,6	163,2	90,19	14,6	283,0	143,9
10,7	165,8	91,40	14,7	286,4	145,3
10,8	168,5	92,65	14,8	289,7	146,8
10,9	171,2	93,92	14,9	293,0	148,2
11,0	173,9	95,19	15,0	296,5	149,7
11,1	176,6	96,45	15,1	300,0	151,2
11,2	179,4	97,71	15,2	303,4	152,6
11,3	182,1	98,97	15,3	306,9	154,1
11,4	184,9	100,2	15,4	310,3	155,6
11,5	187,6	101,5	15,5	313,9	157,0
11,6	190,4	102,8	15,6	317,5	158,6
11,7	193,3	104,1	15,7	321,1	160,1
11,8	196,2	105,4	15,8	324,6	161,6
11,9	199,0	106,7	15,9	328,3	163,1
12,0	201,9	108,0	16,0	331,9	164,6
12,1	204,8	109,4	16,1	335,5	166,1
12,2	207,8	110,7	16,2	339,2	167,7
12,3	210,7	112,0	16,3	342,9	169,2
12,4	213,6	113,3	16,4	346,6	170,7
12,5	216,6	114,7	16,5	350,3	172,3
12,6	219,6	116,0	16,6	354,1	173,8
12,7	222,6	117,4	16,7	358,0	175,4
12,8	225,7	118,7	16,8	361,7	177,0
12,9	228,8	120,1	16,9	365,6	178,6
13,0	231,9	121,5	17,0	369,4	180,2
13,1	235,0	122,9	17,1	373,3	181,7
13,2	238,1	124,2	17,2	377,1	183,3
13,3	241,2	125,6	17,3	381,0	184,9
13,4	244,3	127,0	17,4	384,9	186,5
13,5	247,4	128,4	17,5	388,9	188,1
13,6	250,6	129,8	17,6	392,7	189,7
13,7	253,8	131,2	17,7	396,7	191,3
13,8	257,0	132,6	17,8	400,7	192,9
13,9	260,1	134,0	17,9	404,6	194,6

Таблица 1 — Измеренные значения L и H для кинематической вязкости (продолжение)

Кинематическая вязкость при 100 °С мм ² /с	L	H	Кинематическая вязкость при 100 °С мм ² /с	L	H
18,0	408,6	196,2	24,0	683,9	301,8
18,1	412,6	197,8	24,2	694,5	305,6
18,2	416,7	199,4	24,4	704,8	309,4
18,3	420,7	201,0	24,6	714,9	313,2
18,4	424,9	202,6	24,8	725,7	317,0
18,5	429,0	204,3	25,0	736,5	320,9
18,6	433,2	205,9	25,2	747,2	324,9
18,7	437,3	207,6	25,4	758,2	328,8
18,8	441,5	209,3	25,6	768,8	332,7
18,9	445,7	211,0	25,8	779,7	336,7
19,0	449,9	212,7	26,0	790,4	340,5
19,1	454,2	214,4	26,2	801,6	344,4
19,2	458,4	216,1	26,4	812,8	348,4
19,3	462,7	217,7	26,6	824,1	352,3
19,4	467,0	219,4	26,8	835,5	356,4
19,5	471,3	221,1	27,0	847,0	360,5
19,6	475,7	222,8	27,2	857,5	364,6
19,7	479,7	224,5	27,4	869,0	368,3
19,8	483,9	226,2	27,6	880,6	372,3
19,9	488,6	227,8	27,8	892,3	376,4
20,0	493,2	229,5	28,0	904,1	380,6
20,2	501,9	233,0	28,2	915,8	384,6
20,4	510,8	236,4	28,4	927,6	388,8
20,6	519,9	240,1	28,6	938,6	393,0
20,8	528,8	243,5	28,8	951,2	396,6
21,0	538,4	247,1	29,0	963,4	401,1
21,2	547,5	250,7	29,2	975,4	405,3
21,4	556,7	254,2	29,4	987,1	409,5
21,6	566,4	257,8	29,6	998,9	413,5
21,8	575,6	261,5	29,8	1 011	417,6
22,0	585,2	264,9	30,0	1 024	421,7
22,2	595,0	268,6	30,5	1 055	432,4
22,4	604,3	272,3	31,0	1 086	443,2
22,6	614,2	275,8	31,5	1 119	454,0
22,8	624,1	279,6	32,0	1 151	464,9
23,0	633,6	283,3	32,5	1 184	475,9
23,2	643,4	286,8	33,0	1 217	487,0
23,4	653,8	290,5	33,5	1 251	498,1
23,6	663,3	294,4	34,0	1 286	509,6
23,8	673,7	297,9	34,5	1 321	521,1

Таблица 1 — Измеренные значения L и H для кинематической вязкости (продолжение)

Кинематическая вязкость при 100 °C мм ² /с	L	H	Кинематическая вязкость при 100 °C мм ² /с	L	H
35,0	1 356	532,5	55,0	3 126	1 066
35,5	1 391	544,0	55,5	3 180	1 082
36,0	1 427	555,6	56,0	3 233	1 097
36,5	1 464	567,1	56,5	3 286	1 112
37,0	1 501	579,3	57,0	3 340	1 127
37,5	1 538	591,3	57,5	3 396	1 143
38,0	1 575	603,1	58,0	3 452	1 159
38,5	1 613	615,0	58,5	3 507	1 175
39,0	1 651	627,1	59,0	3 563	1 190
39,5	1 691	639,2	59,5	3 619	1 206
40,0	1 730	651,8	60,0	3 676	1 222
40,5	1 770	664,2	60,5	3 734	1 238
41,0	1 810	676,6	61,0	3 792	1 254
41,5	1 851	689,1	61,5	3 850	1 270
42,0	1 892	701,9	62,0	3 908	1 286
42,5	1 935	714,9	62,5	3 966	1 303
43,0	1 978	728,2	63,0	4 026	1 319
43,5	2 021	741,3	63,5	4 087	1 336
44,0	2 064	754,4	64,0	4 147	1 352
44,5	2 108	767,6	64,5	4 207	1 369
45,0	2 152	780,9	65,0	4 268	1 386
45,5	2 197	794,5	65,5	4 329	1 402
46,0	2 243	808,2	66,0	4 392	1 419
46,5	2 288	821,9	66,5	4 455	1 436
47,0	2 333	835,5	67,0	4 517	1 454
47,5	2 380	849,2	67,5	4 580	1 471
48,0	2 426	863,0	68,0	4 645	1 488
48,5	2 473	876,9	68,5	4 709	1 506
49,0	2 521	890,9	69,0	4 773	1 523
49,5	2 570	905,3	69,5	4 839	1 541
50,0	2 618	919,6	70,0	4 905	1 558
50,5	2 667	933,6			
51,0	2 717	948,2			
51,5	2 767	962,9			
52,0	2 817	977,5			
52,5	2 867	992,1			
53,0	2 918	1 007			
53,5	2 969	1 021			
54,0	3 020	1 036			
54,5	3 073	1 051			

6.2.5 Метод расчета с использованием Таблицы 1 иллюстрирован примером, приведенным ниже:

Измеренные свойства нефти

Кинематическая вязкость при 40 °С, мм ² /с	73,30
Кинематическая вязкость при 100 °С, мм ² /с	8,860

Из Таблицы 1 методом интерполяции, $L = 119,94$

Из Таблицы 1 методом интерполяции, $H = 69,48$

$$VI = \frac{119,94 - 73,30}{119,94 - 69,48} \times 100$$

$$VI = 92,43$$

$$VI = 92$$

6.3 Метод В

6.3.1 Используя метод В для нефтепродуктов, индекс вязкости которых равен 100 или выше (см. примечание к 8.2).

6.3.2 Если кинематическая вязкость нефтепродукта при температуре 100 °С находится в диапазоне от 2 мм²/с до 70 мм²/с, берут соответствующее значение H из Таблицы 1. Измеренные значения, которые не приводятся, но попадают в диапазон Таблицы 1, можно получить методом линейной интерполяции.

6.3.3 Если измеренная кинематическая вязкость нефтепродукта при температуре 100 °С выше 70 мм²/с, рассчитывают значение H по формуле (2) (см. 6.2.3 в отношении определения Y)

$$H = 0,168 4Y^2 + 11,85Y - 97 \tag{2}$$

6.3.4 Рассчитывают индекс вязкости, VI , нефтепродукта по следующей формуле:

$$VI = \frac{(10^n) - 1}{0,007 15} + 100 \tag{4}$$

где

$$n = \frac{\log_{10} H - \log_{10} U}{\log_{10} Y}$$

U кинематическая вязкость, выраженная в миллиметрах квадратных в секунду, при температуре 40 °С нефтепродукта, индекс вязкости которого необходимо рассчитать;

Y кинематическая вязкость, выраженная в миллиметрах квадратных в секунду, при температуре 100 °С нефтепродукта, индекс вязкости которого необходимо рассчитать.

6.3.5 Метод иллюстрируется примером, приведенным ниже:

Измеренные свойства нефти

Кинематическая вязкость при 40 °С, мм ² /с	22,83
Кинематическая вязкость при 100 °С, мм ² /с	5,050

Из Таблицы 1 методом интерполяции, $H = 28,97$

Подставляя:

$$n = \frac{\log_{10} 28,97 - \log_{10} 22,83}{\log_{10} 5,05}$$

$$= 0,147\ 08$$

$$VI = \frac{(10^{0,147\ 08}) - 1}{0,007\ 15} + 100$$

$$VI = 156,37$$

$$VI = 156$$

7 Обработка результатов

Сообщают результат с точностью до целого числа. Если результат расположен посередине интервала между двумя ближайшими целыми числами, его округляют до четного числа. Например, 115,5 следует сообщить как 116.

8 Прецизионность

8.1 Расчет индекса вязкости по измеренной кинематической вязкости при температуре 40 °С и 100 °С является точным.

8.2 Прецизионность значения индекса вязкости зависит от прецизионности двух независимых значений кинематической вязкости, по которым оно выведено. Результаты двух расчетов индекса вязкости должны считаться сомнительными, если значения кинематической вязкости отличаются более чем на величину, представленную для повторяемости и воспроизводимости в соответствии с ISO 3104. Уровни прецизионности, заданные в Таблицах 2 и 3 для вероятностного уровня 95 % полностью основаны на уровнях прецизионности, данных в ISO 3104 для базовых и рецептированных масел. Они дают показатели прецизионности индекса вязкости, приписываемые прецизионности кинематической вязкости, данной в ISO 3104.

Таблица 2 — Прецизионность метода А

Кинематическая вязкость при 100 °С мм ² /с	VI = 0				VI = 100			
	Повторяемость, <i>r</i>		Воспроизводимость, <i>R</i>		Повторяемость, <i>r</i>		Воспроизводимость, <i>R</i>	
	Базовое масло	Рецептир. масло	Базовое масло	Рецептир. масло	Базовое масло	Рецептир. масло	Базовое масло	Рецептир. масло
4	0,98	2,31	5,77	6,75	0,73	1,73	4,32	5,05
6	0,71	1,68	4,20	4,91	0,40	0,94	2,35	2,75
8	0,57	1,35	3,38	3,95	0,30	0,70	1,75	2,05
15	0,45	1,06	2,66	3,11	0,20	0,48	1,19	1,39
30	0,39	0,92	2,29	2,68	0,14	0,33	0,82	0,96
50	0,36	0,85	2,11	2,47	0,11	0,26	0,65	0,76

Таблица 3 — Прецизионность метода В

Кинематическая вязкость при 100 °C мм ² /с	VI = 100				VI = 200			
	Повторяемость, <i>r</i>		Воспроизводимость, <i>R</i>		Повторяемость, <i>r</i>		Воспроизводимость, <i>R</i>	
	Базовое масло	Рецептир. масло	Базовое масло	Рецептир. масло	Базовое масло	Рецептир. масло	Базовое масло	Рецептир. масло
4	0,50	1,18	2,94	3,44	0,77	1,82	4,54	5,31
6	0,37	0,87	2,18	2,55	0,57	1,34	3,35	3,92
8	0,31	0,74	1,84	2,15	0,48	1,13	2,82	3,30
15	0,23	0,55	1,37	1,61	0,36	0,84	2,11	2,46
30	0,19	0,44	1,11	1,30	0,29	0,68	1,71	2,00
50	0,17	0,40	0,99	1,16	0,26	0,61	1,52	1,78

ПРИМЕЧАНИЕ Таблицы 2 и 3 показывают прецизионность, приписываемую базовым и рецептированным маслам, данную в ISO 3104, при пересчете на VI = 100 от VI меньше 100 методом А, и при пересчете на VI = 100 от VI выше 100 методом В. Приписываемую прецизионность для других VI можно оценить грубо методом интерполяции в пределах каждой таблицы.

9 Протокол испытания

Протокол испытания должен включать, как минимум, следующие сведения:

- a) ссылку на данный международный стандарт;
- b) тип и полную идентификацию испытанного продукта;
- c) результат испытания (см. раздел 7);
- d) какой метод был использован, А или В;
- e) любое отклонение, по соглашению или иным образом, от установленной процедуры;
- f) дату выполнения испытания.

