

## ОБЗОР РАСЧЕТНЫХ СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ

Алтынов А.А., Богданов И.А., Киргина М.В.

Научный руководитель Киргина М.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

[bogdanov\\_ilya@mail.ru](mailto:bogdanov_ilya@mail.ru)

### Введение

Из всех видов жидкого топлива дизельное топливо является первым по объёму производства в Российской Федерации.

По данным Министерства Энергетики всего на НПЗ России за 2015 год было произведено 39,2 млн. тонн автомобильного бензина всех марок, 76,1 млн. тонн дизельного топлива, 9,6 млн. тонн авиационного керосина, 71,0 млн. тонн топочного мазута [1].

Вместе со стремительным ростом производства дизельного топлива ужесточаются и требования к его качеству. Наиболее важными показателями качества дизельных топлив являются цетановое число и низкотемпературные свойства (температура застывания, температура помутнения и предельная температура фильтруемости).

Контроль низкотемпературных свойств дизельных топлив имеет большой интерес и огромное практическое значение, что связано в большей степени с особенностями климатических условий Российской Федерации, а также с недостаточными мощностями нефтеперерабатывающих предприятий по выработке именно зимних и арктических дизельных топлив.

### Расчетные способы определения низкотемпературных свойств дизельных топлив

Несмотря на существование надежных методик экспериментального определения низкотемпературных свойств дизельных топлив, процесс их определения является дорогостоящим и очень длительным. Именно поэтому, задача разработки точных методов расчета низкотемпературных свойств дизельных топлив, является одной из наиболее актуальных задач современной нефтепереработки.

Используя экспериментальные данные, полученные с нефтеперерабатывающего завода АО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-ОНПЗ», была проверена точность существующих формул для расчета низкотемпературных свойств дизельных топлив.

Существует способ расчета температуры застывания дизельных топлив, основанный на фракционном составенепропродукта [2]:

$$T_3 = 0,877 \cdot T_{96\%} - 321,7 \quad (1)$$

где  $T_{96\%}$  – температура выкипания 96% по объёму фракции, °С.

При расчете температуры застывания дизельных фракций ( $T_3$ ) по формуле (1), в качестве температуры выкипания 96% по объёму фракции, была использована температура выкипания 95% по объёму фракции. Результаты расчета представлены в таблице 1. Результаты расчета сравнили с экспериментальными данными по определению данного параметра.

Таблица 1. Результаты расчета температуры застывания по формуле (1)

№	$\Phi C_{95\%}$	$T_{з.эксп.}$	$T_{з.расч.}$	$\Delta$
1	290,0	-50,0	-67,4	17,4
2	300,0	-46,0	-58,6	12,6
3	297,0	-44,0	-61,2	17,2
4	304,0	-42,0	-55,1	13,1
5	299,0	-42,0	-59,5	17,5
6	304,0	-42,0	-55,1	13,1
7	301,0	-39,0	-57,7	18,7
8	304,0	-38,0	-55,1	17,1
9	296,0	-43,0	-62,1	19,1
10	282,0	-55,0	-74,4	19,4
$\Delta_{ср}, °С$				16,5

Как можно видеть из результатов, представленных в таблице 1 средняя погрешность расчета температуры застывания составила более 16 °С, что является недопустимым и свидетельствует о невозможности использования данной формулы для прогнозирования температуры застывания дизельных топлив на НПЗ.

Температура помутнения может быть рассчитана как функция от средней температуры кипения дизельной фракции [3]:

$$\log(T_{II}) = -7,41 + 5,49 \cdot \log T_{cp} - 0,712 \cdot T_{cp}^{0,315} - 0,133 \cdot \rho_4^{15} \quad (2)$$

где  $T_{cp}$  – средняя температура кипения фракции, °С.

Расчет температуры помутнения дизельных фракций ( $T_{II}$ ) был осуществлен по формуле (2). Результаты расчета представлены в таблице 2.

Результаты расчета сравнили с экспериментальными данными по определению данного параметра.

Таблица 2. Результаты расчета температуры помутнения по формуле (2)

№	$\rho^{15}_4$	$T_{cp}$	$T_{п.эсп.}$	$T_{п.расч.}$	$\Delta$
	г/см <sup>3</sup>				
1	0,843	276	-9	-13,2	4,2
2	0,843	276	-9	-13,2	4,2
3	0,85	280	-12	-12,0	0,0
4	0,846	276	-10	-13,4	3,4
5	0,845	276	-7	-13,4	6,4
6	0,856	279	-11	-12,9	1,9
7	0,843	276	-9	-13,2	4,2
8	0,843	276	-9	-13,2	4,2
9	0,85	280	-12	-12,0	0,0
10	0,846	276	-10	-13,4	3,4
$\Delta_{cp}, °C$					3,2

Из результатов, представленных в таблице 2 можно видеть, что средняя погрешность расчета температуры помутнения дизельных топлив немного превышает 3 °С, что является хорошим результатом, однако данная погрешность является значительной для применения данной формулы на НПЗ.

Предельная температура фильтруемости дизельного топлива может быть определена по приведенной ниже, зависимости [4]:

$$T_{ПТФ} = \frac{T_{50\%} - T_{10\%} - 88,073}{1,3532} \quad (3)$$

где  $T_{50\%}$  – температура выкипания 50% по объему фракции, °С;  $T_{10\%}$  – температура выкипания 10% по объему фракции, °С;

Результаты расчета предельной температуры фильтруемости дизельных фракций по формуле (3), представлены в таблице 3 Результаты расчета так же были сравнены с экспериментальными данными по определению данного параметра.

Таблица 3. Результаты расчета предельной температуры фильтруемости по формуле (3)

№	$\Phi C_{10\%}$	$\Phi C_{50\%}$	$ПТФ_{эсп.}$	$ПТФ_{расч.}$	$\Delta$
	°C				
1	162,0	196,0	-60,0	-40,0	20,0
2	179,0	208,0	-58,0	-43,7	14,4
3	163,0	199,0	-58,0	-38,5	19,5
4	174,0	220,0	-33,0	-31,1	1,9
5	174,0	225,0	-31,0	-27,4	3,6
6	173,0	217,0	-40,0	-32,6	7,4
7	192,0	217,0	-54,0	-46,6	7,4
8	195,0	232,0	-37,0	-37,7	0,7
9	198,0	240,0	-34,0	-34,1	0,1
10	200,0	239,0	-33,0	-36,3	3,3
$\Delta_{cp}, °C$					7,8

Как можно видеть из результатов, представленных в таблице 3 средняя погрешность расчета предельной температуры фильтруемости по формуле (3) составляет порядка 8 °С, что превышает погрешность определения данного параметра экспериментальным способом.

### Заключение

Таким образом, на основании полученных данных, можно сделать вывод о том, что рассмотренные расчетные формулы для определения низкотемпературных свойств дизельных топлив не могут быть использованы для прогнозирования свойств дизельных топлив производимых на предприятие АО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-ОНПЗ», ввиду высокой погрешности расчета. Актуальным является разработка альтернативных формул расчета низкотемпературных свойств дизельных топлив, характеризующихся более высокой точностью расчета.

### Список использованных источников

1. Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minenergo.gov.ru/node/1213>, свободный (дата обращения: 10.10.2016).
2. Способ определения температуры застывания летних видов дизельных топлив и/или их смесей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/236/2364858.html>, свободный – Дата обращения: 23.09.2016 г.
3. PHYSICALPROPERTIES [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.chemstations.com/content/documents/Archive/physprop54.pdf>, свободный – Дата обращения: 5.10.2016 г.
4. Самборская М.А, Лактионова Е.А, Машина В.В. Разработка расчетных методов определения эксплуатационных характеристик моторных топлив. // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8 (часть 3). – С. 709-713.