

УДК 665.63.033.28

**РАЗРАБОТКА ДЕПРЕССОРНО-ДИСПЕРГИРУЮЩИХ ПРИСАДОК  
ДЛЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА**

**DEVELOPMENT OF POUR-POINT DEPRESSANT AND DISPERSANT  
ADDITIVES FOR DIESEL FUEL**

**О.А. Баулин, А.Х. Мухаметгалин, Г.М. Сидоров, И.Ф. Хафизов,  
Ф.Ш. Хафизов**

**Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
г. Уфа, Российская Федерация**

**Oleg A. Baulin, Aigiz Kh. Mukhametgalin, Georgiy M. Sidorov,  
Idar F. Khafizov, Fanil Sh. Khafizov**

**Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation**

**e-mail: baulinoa@mail.ru**

**Аннотация.** На сегодняшний день дизельное топливо является одним из наиболее востребованных видов топлива как в Российской Федерации, так и во всем мире. Вследствие наблюдаемого во всем мире углубления процессов переработки нефти, а также с учетом климатических особенностей Российской Федерации особенно востребованы технологии получения зимнего и арктического дизельного топлива. Большое значение при транспортировке и применении нефтепродуктов в зимних условиях имеет их подвижность при низких температурах, что, в свою очередь, определяется температурой застывания продукта.

К дизельным топливам предъявляются требования, связанные с их низкотемпературными свойствами. Для достижения этих требований разработаны несколько способов. В промышленности очень распространена технология, в соответствии с которой требуется

вовлечение значительного количества дорогостоящих легких фракций керосина.

Одной из перспективных альтернатив данному методу является способ получения зимних сортов дизельного топлива путем каталитической депарафинизации в среде водорода. В ходе каталитической депарафинизации происходит расщепление парафиновых углеводородов нормального и слабозветвленного строения на молекулы меньшего размера. Процесс проводят в узком интервале параметров, изменяя которые можно добиться либо максимизации выхода топлива, либо улучшения его низкотемпературных свойства. Несмотря на то, что данный способ дает возможность получать топливо с достаточными низкотемпературными свойствами доля производства дизельного топлива, получаемого данным способом, не превышает 10 % от всего объема получаемого дизельного топлива. Это связано с тем, что всего 6 заводов в Российской Федерации производят зимнее дизельное топливо данным способом.

Другим одним из основных методов улучшения низкотемпературных свойств дизельного топлива является добавление к ним депрессорно-диспергирующих присадок. На сегодняшний день около 90 % зимнего дизельного топлива получают данным способом.

В данной работе предложена присадка для получения зимнего дизельного топлива. Для сравнения полученных результатов и степени доработки присадки приведены результаты ее применения в сравнении с результатами использования присадки Dodiflow 5416 производства компании Clariant.

**Abstract.** Today, diesel fuel is one of the most popular types of fuel both in the Russian Federation and around the world. As a result of the deepening of oil refining processes observed throughout the world, as well as taking into account the climatic features of the Russian Federation, technologies for producing winter and arctic diesel fuel are especially in demand. When transporting and using petroleum products in winter conditions, their mobility at low

temperatures is of great importance, which, in turn, is determined by the pour point of the product.

Requirements associated with low-temperature properties for diesel fuels. To achieve these requirements, several methods have been developed. The industry is very common technology involving the involvement of a significant amount of expensive light kerosene fractions.

One of the promising alternatives to this method is a method of obtaining winter varieties of diesel fuel by catalytic dewaxing in a hydrogen environment. During the catalytic dewaxing, the paraffinic hydrocarbons of normal and weakly branched structure are split into smaller molecules. The process is carried out in a narrow range of parameters, by changing which one can achieve either maximization of the fuel output or improvement of its low-temperature properties. Despite the fact that this method makes it possible to obtain fuel with sufficient low-temperature properties, the share of diesel fuel production produced by this method does not exceed 10 % of the total diesel fuel produced. This is due to the fact that only 6 plants in the Russian Federation produce winter diesel fuel in this way.

Another one of the main methods for improving the low-temperature properties of diesel fuel is depressant-dispersant additives. Today, about 90 % of winter diesel fuel is produced by this method.

In this paper, proposed an additive for the winter diesel fuel production. To compare the obtained results and the degree of additive refinement, the results of its use are given in comparison with the results of the use of the Clariant Dodiflow 5416 additive.

**Ключевые слова:** депрессорно-диспергирующие присадки, дизельное топливо, температура застывания, предельная температура фильтруемости, температура помутнения, низкотемпературные свойства

**Key words:** pour-point depressant and dispersant additives, diesel fuel, pour point, limiting filterability temperature, cloud point, low temperature properties

Большое значение при транспортировке и применении нефтепродуктов в зимних условиях имеет их подвижность при низких температурах, что, в свою очередь, определяется температурой застывания продукта. Поэтому в зависимости от того в каких условиях будет использоваться получаемое дизельное топливо необходимо контролировать его температуру застывания.

Наблюдаемое во всем мире в последнее десятилетие углубление процессов переработки нефти, связанное с вовлечением в их состав «тяжелых» фракций, привело к существенному ухудшению качества получаемых из них продуктов, в том числе и дизельного топлива. В то же время требования, предъявляемые сегодня в мире к качеству дизельного топлива, достаточно высокие. Особую значимость приобретают производство топлив для зимнего и арктического климата. Технология получения таких топлив на данный момент требует вовлечения значительного количества дорогостоящих легких фракций керосина.

Альтернативой данному методу является разработка и добавление депрессорно-диспергирующих присадок, позволяющих улучшить низкотемпературные свойства дизельного топлива [1-3].

Низкотемпературные свойства дизельного топлива зависят от состава топлива, а именно от наличия парафинов [4].

Для исследования влияния депрессорно-диспергирующих присадок на низкотемпературные свойства дизельного топлива отобрано гидроочищенное летнее дизельное топливо с установки гидроочистки.

Температура застывания пробы дизельного топлива при проведении испытания на установке УТЗ-60М (далее – установка) составила минус 13 °С.

Для определения эффективности действия разработанной присадки необходимо сравнить результаты полученной присадки с применяемой в производстве. Для сравнения взята депрессорно-диспергирующая присадка швейцарской химической компании Clariant – Dodiflow 5416.

Предлагаемая присадка (образец № 1) получена компаундированием нескольких компонентов, таких как винилацетат, метакрилат,  $\alpha$ -олефины фракции  $C_{20}$ - $C_{25}$ . Испытания по определению температуры застывания дизельного топлива при смешении с присадкой проводились на установке. Ряд экспериментов по определению температуры застывания при смешении образца № 1 и пробы дизельного топлива проводили в интервале температур от 20 °С до 70 °С.

Полученные результаты испытаний: зависимость температуры застывания дизельного топлива от количества присадки и температуры смешения приведены на рисунке 1.

Из рисунка 1 видно, что добавление присадки приводит к снижению температуры застывания дизельного топлива, температура застывания зависит от массовой доли присадки в дизельном топливе.

Например, при добавлении 0,06 % присадки температура застывания снизилась до минус 19 °С, при добавлении 0,18 % присадки, температура снизилась до минус 23 °С. Также из рисунка 1 видно, что результаты испытаний зависят от температуры смешения присадки и дизельного топлива. При температуре смешения 40 °С и содержании присадки в дизельном топливе в количестве 0,06 % температура застывания достигает минус 20 °С, а при температуре смешения 50 °С и содержании присадки в дизельном топливе в количестве 0,06 %, температура застывания равна минус 21 °С. Кроме дозировки депрессорно-диспергирующей присадки температура смешения также оказывает влияние на температуру застывания дизельного топлива.

Был проведен ряд экспериментов по определению температуры застывания дизельного топлива при смешении с присадкой Dodiflow 5416 в интервале температур от 40 °С до 80 °С. Полученные результаты испытаний приведены на рисунке 2.

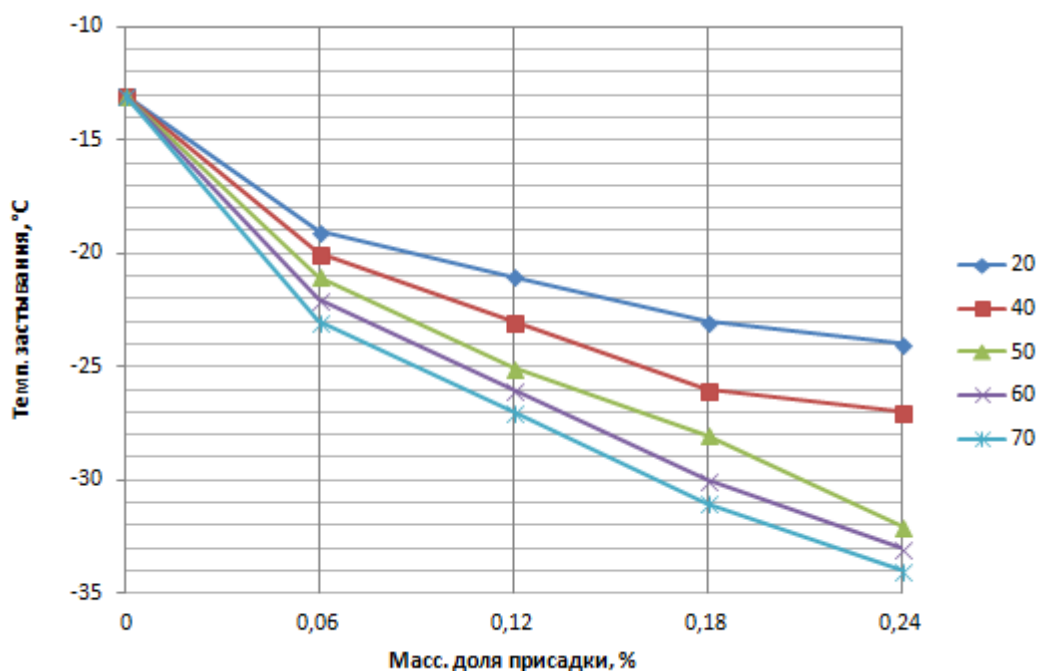


Рисунок 1. График зависимости температуры застывания дизельного топлива от количества присадки и температуры смешения

Из рисунка 2 видно, что добавление присадки Dodiflow 5416 приводит к снижению температуры застывания дизельного топлива, и температура застывания, как и в случае с образцом № 1, зависит от массовой доли присадки в дизельном топливе. Например, при температуры смешения 40 °С и добавлении 0,06 % присадки температура застывания дизельного топлива снижается до минус 34 °С, при добавлении 0,18 % присадки температура снижается до минус 38 °С. Также из рисунка 2 видно, что результаты испытаний зависят от температуры смешения присадки и дизельного топлива.

Из рисунка 2 видно, что при температуре смешения 50 °С и содержании присадки в дизельном топливе в количестве 0,06 % температура застывания достигает минус 40 °С, а при температуре смешения 55 °С и содержании присадки в дизельном топливе в количестве 0,06 % температура застывания достигает минус 44 °С. В среднем температура смешения оказывает значительное влияния на температуру застывания дизельного топлива только в пределах от 40 °С до 50 °С.

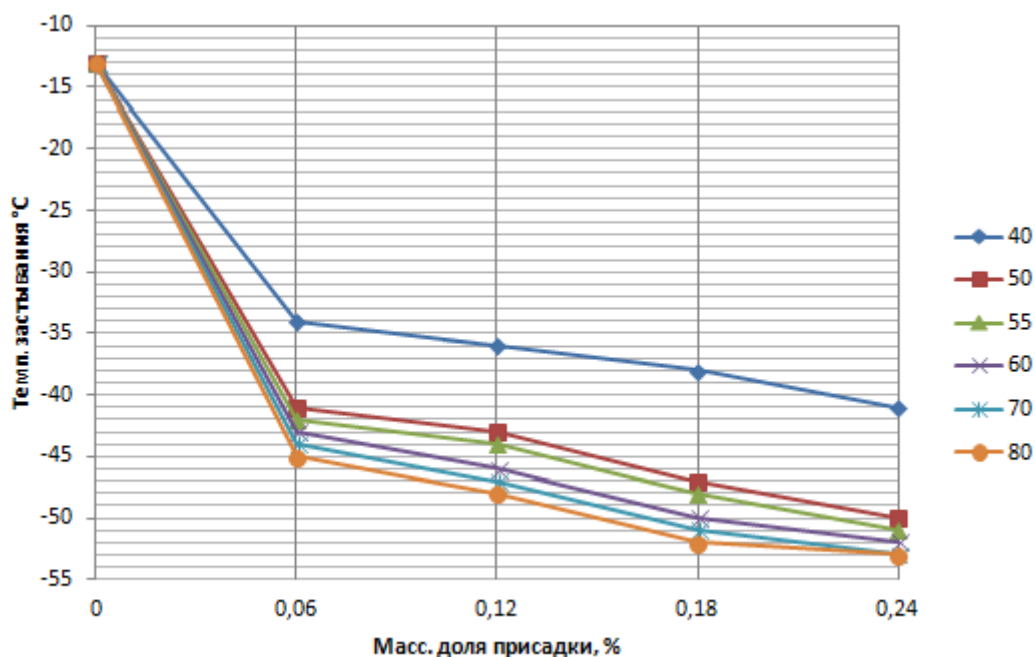


Рисунок 2. График зависимости температуры застывания дизельного топлива от количества присадки Dodiflow 5416 и температуры смешения

Из графиков (рисунки 1, 2) видно, что характер изменения температуры застывания линейный, что говорит о том, что массовая доля образца № 1 в топливе линейно влияет на температуру застывания.

Во избежание возрастания стоимости данного метода массовая доля депрессорно-диспергирующей присадки в дизельном топливе не должна превышать 0,1 % [5]. Поскольку минимально достигаемая температура при данной концентрации примерно минус 26 °С (рисунок 1), можно отметить, что это соответствует требованиям для умеренной климатической зоны (сорт F) или для районов с холодным климатом (Класс 1).

## Вывод

Разработка депрессорно-диспергирующих присадок является одним из наиболее перспективных путей для улучшения низкотемпературных свойств дизельных топлив. Однако сравнивая данные, полученные при использовании присадки Dodiflow 5416 и образца № 1, и учитывая требования, предъявляемые к зимним дизельным топливам, можно говорить о том, что разработанная присадка пригодна для получения

зимнего дизельного топлива для умеренной климатической зоны (сорт F) или для районов с холодным климатом (Класс 1).

### Список используемых источников

1. Зиннатуллина Г.М., Баулин О.А., Файзуллина Л.М., Халдаров Н.Х., Рахимов М.Н. Депрессорная присадка и ее влияние на эксплуатационные и экологические показатели дизельных топлив // Нефтегазовое дело. 2015. Т. 13, № 3. С. 49-54.

2. Кондрашева Н.К., Кондрашев Д.О., Валид Насиф, Хасан Аль-Резк С.Д., Попова С.В. Низкотемпературные свойства смесевых дизельных топлив с депрессорными присадками // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2007. № 1. С. 1-7. URL: [http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Kondrasheva/Kondrasheva\\_1.pdf](http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Kondrasheva/Kondrasheva_1.pdf).

3. Уразаева А.А., Сидоров Г.М., Валинуров Р.Р., Азнабаев Ш.Т. Улучшение низкотемпературных свойств дизельного топлива // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 6. С. 93-98.

4. Oliveira Lize M.S.L., Nune Rita C.P., Melo Isis C., Ribeiro Ygor L.L., Reis Leidiane G., Dias Júlio C.M., Guimarães Regina C.L., Lucas Elizabete F. Evaluation of the Correlation Between Wax Type and Structure/Behavior of the Pour Point Depressant // Fuel Processing Technology. 2016. P. 268-274.

5. Свойства присадки Dodiflow 5416 и рекомендации по дозировке. URL: <http://www.topreg.ru/prisadki-dlya-dizelnogo-i-pechnogo-topliva/dodiflow-5416-depressorno-dispergiruiuschaya-prisadka-dlya-srednich-distillyatov>.

### References

1. Zinnatullina G.M., Baulin O.A., Faizullina L.M., Khaldarov N.Kh., Rakhimov M.N. Depressornaya prisadka i ee vliyanie na ekspluatatsionnye i ekologicheskie pokazateli dizel'nykh topliv [The Depressor Additive and Its Influence on the Operational and Ecological Performance of Diesel Fuels]. *Neftgazovoe delo – Petroleum Engineering*, 2015. Vol. 13, No. 3, pp. 49-54. [in Russian].



2. Kondrasheva N.K., Kondrashev D.O., Valid Nasif, Khasan Al'-Rezk C.D., Popova S.V. Nizkotemperaturnye svoistva smesevykh dizel'nykh topliv s depressornymi prisadkami [Low-Temperature Properties of Mixed Diesel Fuels with Depressant Additives]. *Elektronnyi nauchnyi zhurnal «Neftegazovoe delo» – Electronic Scientific Journal «Oil and Gas Business»*, 2007, No 1, pp. 1-7. URL: [http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Kondrasheva/Kondrasheva\\_1.pdf](http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Kondrasheva/Kondrasheva_1.pdf). [in Russian].

3. Urazaeva A.A., Sidorov G.M., Valinurov R.R., Aznabaev Sh.T. Uluchshenie nizkotemperaturnykh svoistv dizel'nogo topliva [Improving the Low-Temperature Properties of Diesel Fuel]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii – Modern High Technologies*, 2017, No. 6, pp. 93-98. [in Russian].

4. Oliveira Lize M.S.L., Nune Rita C.P., Melo Isis C., Ribeiro Ygor L.L., Reis Leidiane G., Dias Júlio C.M., Guimarães Regina C.L., Lucas Elizabete F. Evaluation of the Correlation Between Wax Type and Structure/Behavior of the Pour Point Depressant. *Fuel Processing Technology*. 2016. pp. 268-274.

5. Svoistva prisadki Dodiflow 5416 i rekomendatsii po dozirovke [Properties of the Additive Dodiflow 5416 and Recommendations for Dosage]. URL: <http://www.topreg.ru/prisadki-dlya-dizelnogo-i-pechnogo-topliva/dodi-flow-5416-depressorno-dispergiruiuschaya-prisadka-dlya-srednich-distillyatov>. [in Russian].

### **Сведения об авторах**

#### **About the authors**

Баулин Олег Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технология нефти и газа», проректор по учебно-методической работе, УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Oleg A. Baulin, Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of Oil and Gas Technology Department, Vice-Rector for Educational and Methodical Work, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: [baulinoa@mail.ru](mailto:baulinoa@mail.ru)

Мухаметгалин Айгиз Халитович, магистрант кафедры «Технология нефти и газа», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Aigiz Kh. Mukhametgalin, Undergraduate Student of Oil and Gas Technology Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: aigiz19021996@gmail.com

Сидоров Георгий Маркелович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Технологии нефти и газа», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Georgiy M. Sidorov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of Oil and Gas Technology Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: kaskad@ufanet.ru

Хафизов Ильдар Фанилевич, д-р техн. наук, доцент, доцент кафедры «Пожарная и промышленная безопасность», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Ildar F. Khafizov, Doctor of Engineering Sciences, Associated Professor, Assistant Professor of Fire and Industrial Safety Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: ildar.hafizov@mail.ru

Хафизов Фаниль Шамильевич, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Пожарная и промышленная безопасность», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Fanil Sh. Khafizov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Fire and Industrial Safety Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: pkpb@mail.ru