

УДК 620

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

### МЕТОДЫ РАСЧЕТА ДНП БЕНЗИНОВЫХ НЕФТЯНЫХ ФРАКЦИЙ

Харченко Павел Михайлович

к.т.н., доцент

SPIN-код 4075-3151

[1960324@mail.ru](mailto:1960324@mail.ru)

*ФГБОУ ВПО Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Семина Александра Алексеевна

Студентка факультета механизации

[ALECSANDRASEMINA03@BK.RU](mailto:ALECSANDRASEMINA03@BK.RU)

*ФГБОУ ВПО Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Существуют различные методики для определения давления насыщенных паров для нефтей различных месторождений. Институт нефти и химии из Америки при определении давления насыщения фракций при пониженном давлении и нормальной температуре применяют график API. При использовании этого графика, необходимо знать плотность при пониженном давлении и специальное значение K, при этом погрешность расчета достигает 2%. При этом происходит несоответствие пар самой номограммы в пределах давления насыщения 2,9%.. при этом для нефтей различного основания погрешность при расчете давления насыщения может составлять до 0,25%. Также при расчете используются различные методы, такие как: метод сравнения. Для различных месторождений России был проведен расчет различных нефтей по этой диаграмме. При этом было выяснено, что расчетные значения по данной диаграмме отличаются от физических и могут достигать 15% и даже выше. В городе Грозном в нефтяном институте провели больше исследования нефтей различных месторождений России и было выяснено, что для расчета давления насыщения самым используемым способом будет выражение Тейта и Ахундова-Иманова, потому что при описании плотности на пограничных кривых является очень сложной задачей при которой будет использована большое количество различных эмпирических свойств и различных способов. Следовательно, надо использовать при расчетах более доступные материалы которые будут применяться для надежного описания как левой, так и правой пограничных кривых, что скажется на получаемых результатах, поэтому применение данных методов будет надежно обеспечивать расчет определенных параметров в двухфазной области и на линиях фазовых переходов.

UDC 620

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

### METHODS FOR CALCULATING THE DNP OF GASOLINE OIL FRACTIONS

Kharchenko Pavel Mikhailovich

Candidate of Engineering sciences, associate professor

RSCI SPIN-code 4075-3151

[1960324@mail.ru](mailto:1960324@mail.ru)

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Semina Alexandra Alekseevna

Student of the Faculty of Mechanization

[ALECSANDRASEMINA03@BK.RU](mailto:ALECSANDRASEMINA03@BK.RU)

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

There are various methods for determining the saturated vapor pressure for oils from various fields. The Institute of Petroleum and Chemistry from the USA uses the API graph to determine the saturation pressure of fractions at reduced pressure and normal temperature. When using this graph, it is necessary to know the density at reduced pressure and the special value of K, while the calculation error reaches 2%. In this case, the pairs of the nomogram itself do not match within the saturation pressure of 2.9%.. at the same time, for oils of various bases, the error in calculating the saturation pressure can be up to 0.25%. Various methods are also used in the calculation, such as: the comparison method. For various fields in Russia, various oils were calculated using this diagram. At the same time, it was found out that the calculated values for this diagram differ from the physical ones and can reach 15% or even higher. In the city of Grozny, the Petroleum Institute conducted more research on oils from various fields in Russia and it was found out that the Tate and Akhundov-Imanov expression would be the most used method for calculating saturation pressure, because when describing density on boundary curves it is a very difficult task in which a large number of different empirical properties and various methods will be used. Therefore, it is necessary to use more accessible materials in calculations that will be used to reliably describe both left and right boundary curves, which will affect the results obtained, therefore, the use of these methods will reliably ensure the calculation of certain parameters in the two-phase region and on the lines of phase transitions. Therefore, it is necessary to create certain installations that will provide reliable experimental data for further use in calculation methods

Следовательно, необходимо создание определенных установок, которые будут обеспечивать надежные экспериментальные данные для дальнейшего их использования в расчетных методиках

Ключевые слова: НЕФТЕПРОДУКТЫ, ДАВЛЕНИЕ НАСЩЕННЫХ ПАРОВ, ФОРМУЛА, ТЕМПЕРАТУРА

Keywords: PETROLEUM PRODUCTS, SATURATED VAPOR PRESSURE, FORMULA, TEMPERATURE

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-200-011>

Для отображения зависимостей свойств нефтей от определенных компонентов и отдельных нефтепродуктов в настоящее время используют эмпирические формулы и графики (график Кокса, Ашворта, номограмма ИОР и др.).

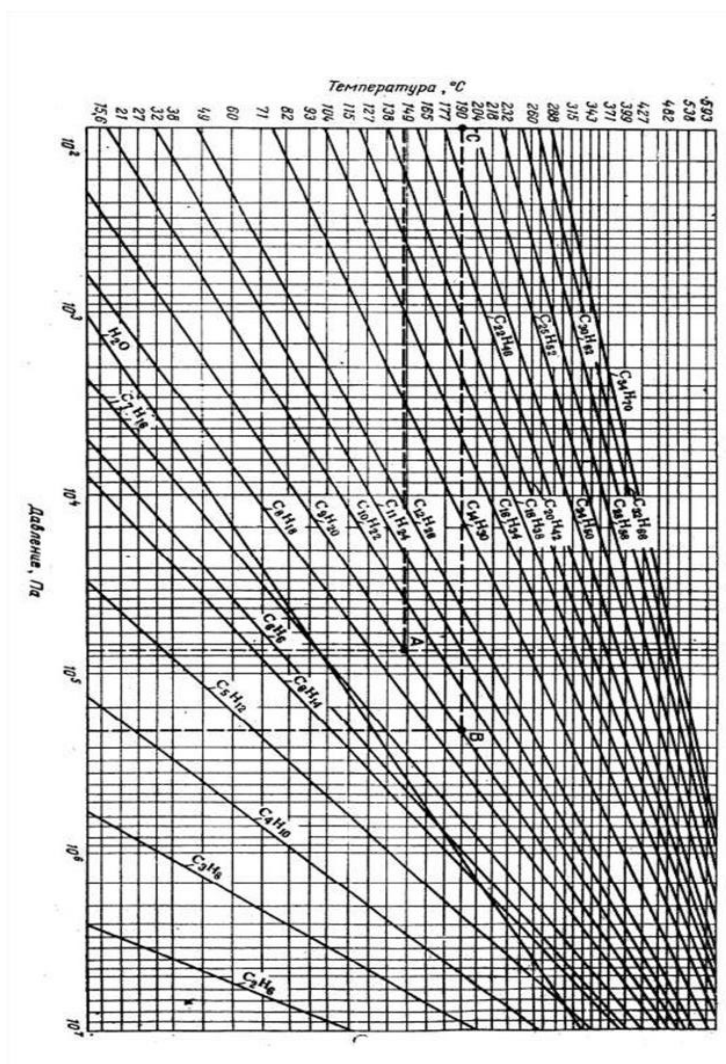


Рисунок 1- График Кокса

<http://ej.kubagro.ru/2024/06/pdf/11.pdf>

График Кокса строится следующим образом: на оси абсцисс, применяя логарифмическую сетку строится значение давления насыщенного пара. На оси ординат откладываются величины температур, соответствующие давлению насыщенной воды. В сетке, построенной таким образом для всех углеводородов, получаются линии близкие к прямым, имеющим общую точку пресечения, называемую полюсом. При использовании этого графика необходимо найти зависимость от температуры данного вещества, при этом применяется только две точки, полученные при эксперименте или могут использоваться зависимости идентичных веществ и одну точку, полученную в ходе эксперимента.

Эмпирическую зависимость ДНП вещества P1 и P2 при температурах t<sub>1</sub> и t<sub>2</sub>, можно выразить, с помощью ниже приведенной формулы:

$$t - t_1 = \frac{t_2 \times t_1}{\log \frac{P}{P_1}} \times \log \frac{P}{P_1} \quad (1)$$

Где t и P- температурная и изобарическая зависимость давления насыщения воды.

При использовании в производстве прямоугольных фракций, которые кипят при температуре до 1080К, может быть использовано уравнение Ашворта [1].

$$P = \exp \left\{ 6_4 171 \left[ 1 - \frac{\frac{1250}{\sqrt{T^2 \times 108000 \times 307,6}} - 1}{\frac{1250}{\sqrt{(СТК)^2 \times 108000 - 307,6}} - 1} \right] \right\} \quad (2)$$

Где P<sub>н</sub>- давление паров, МПа

T и СТК- температура и средняя температура кипения, К

Согласно формуле, Ашворт построил диаграмму, однако для получения более точных результатов рекомендуется пользоваться

формулой. Для пересчета температур кипения нефтепродуктов с одного давления на другое для давлений до 0,098 Мпа применяется номограмма U.O.P. [1], использующая данные о СТК продукта.

Формула U.O.P. [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**] предназначена для вычисления ДНП фракций с температурами кипения от 423 до 1253 К в диапазоне температур 273-833 К.

$$P_H = \exp \left\{ 9,245 - 0,0802 \times [f(T, \text{СТК}) + 10]^{3/2} - A \right\} \quad (3)$$

Где

$$A = 0,1 \exp \left\{ 7,353 \times [f(T, \text{СТК})]^{1/2} - 16,47 \right\} \quad (4)$$

Точность расчета по отношению к номограмме составляет 1,5%.

Для вычисления давления насыщенных паров углеводородов и узких нефтяных фракций (с температурами кипения от 373 до 1273 К) в интервале температур 373-773 К и абсолютного давления 1Па-1,5Па применяется номограмма Билла

Для вычисления ДНП углеводородов и узких нефтяных фракций (с температурами кипения от 1073 К) в интервале температур от 273 К до 973 К и давлений 0,0001-100 Мпа применяется номограмма Максвелла.

Номографическая формула представления температурной зависимости давления насыщенных паров оказывается малополезной в случае с перемещением расчетов на ЭВМ, не приспособленных к вводу исходной информации в сложной графической форме.

Авторами была выполнена работа по поводу аналитической зависимости из номограмм Билла и Максвелла и составлены алгоритмы расчета, которые позволяют с точностью 0,5-5% рассчитать ДНП веществ.

Номограммы для определения ДНП узкокипящих фракций в температурных граница от 310 до 1073 К представлены в [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

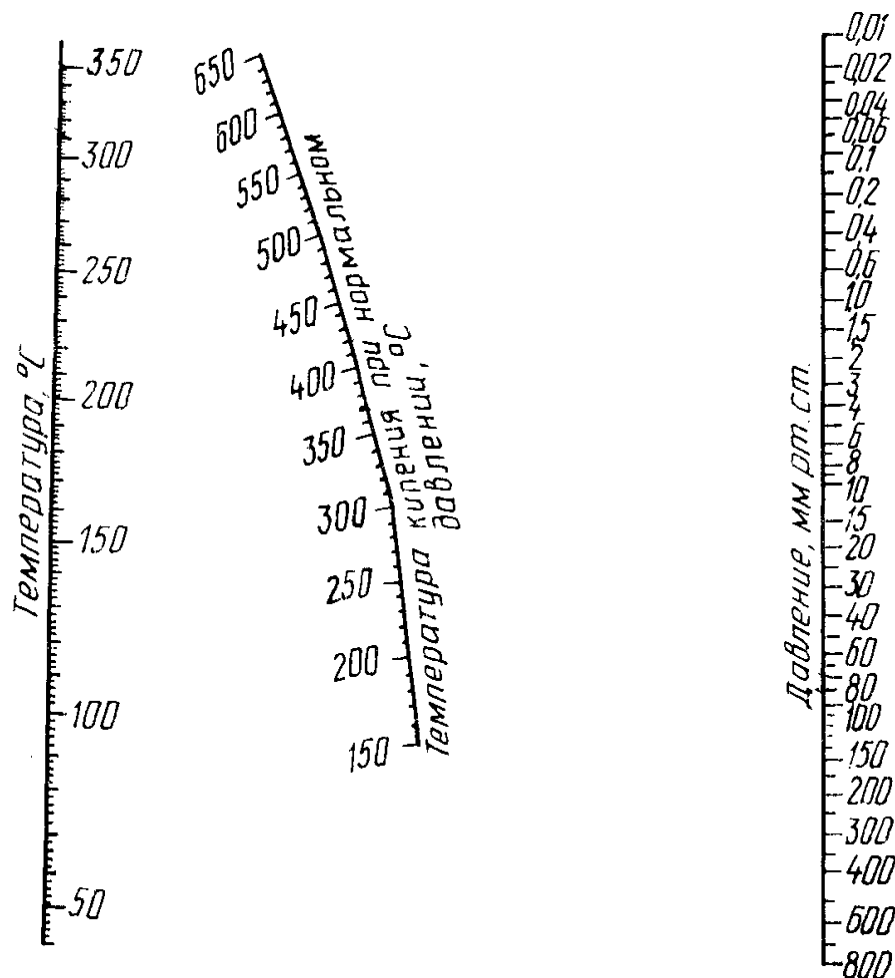


Рисунок 2- Номограмма ИОР

Аналитический вариант методики основан на использовании следующего уравнения для давления насыщенных паров

$$\log P = \sum_{i=1}^6 A_i(x)^i - 1,153 \quad (5)$$

Где P - давление пара, кг/см;

A - константы.

$$x = \frac{T_{\text{кип}/T}^{\text{I}} - 0,0005161T_{\text{кип}}^{\text{I}}}{748,1 - 0,3861T_{\text{кип}}^{\text{I}}} \quad (6)$$

где  $T_{\text{кип}}^{\text{I}}$  – нормальная точка кипения, скорректированная до характеристического фактора  $K = 12$ ;

$T$  – температура, к.

Для корректирования температуры кипения до  $K = 12$  применяется специальное уравнение.

В методике [Ошибка! Источник ссылки не найден.] также предусмотрен расчет ДНП бензина или другого товарного нефтепродукта и сирой нефти в интервале температур от 253-333 К, если известно давление паров по Риду (ГОСТ 1756-52)

По мнению авторов эти методики могут носить только оценочный характер.

Для расчета ДНП реактивных топлив в работе [1] предложена формула

$$\log \frac{P}{P_{\text{H}}} = \frac{-1248 + 7,87T_{\text{H}}}{T_{\text{H}}} \times \left(1 - \frac{T_{\text{H}}}{T}\right) \quad (7)$$

где  $P$  – для топлива это давление насыщения при температуре насыщения  $T_{\text{H}}$ .

В качестве температурного насыщения  $T_{\text{H}}$  рекомендуется применять специальную температуру кипения фракции. Данные при расчете и эксперименте расходятся в среднем не больше чем на 11%. В работе [1] получено единое уравнение, описывающее температурную зависимость ДНП всех авиационных реактивных топлив отечественных и зарубежных при использовании различных состояний двухфазной жидкости в температурном пределе от 79 до 250 градусов по Цельсию.

$$\log \frac{P}{760} = 4,35 \times \left(1 - \frac{T_s}{T}\right) \quad (8)$$

Сопоставление расчетной зависимости с экспериментальными данными показало, что среднеквадратическое отклонение для дизельных и бензиновых топлив не превышает 7%.

Зависимость насыщения температурных топлив от температуры может проводиться по формуле [2]:

$$\log P = A - \frac{B}{T} \quad (9)$$

где  $P$  - давление насыщения, Па;

$T$  - температура топлива, К;

$A$  и  $B$  - коэффициенты, постоянные для данной марки топлива.

Указывается, что эта формула вполне удовлетворительно описывает экспериментальные данные.

В работе [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**] приводится простое соотношение для расчета д.н.п. бензинов

$$P_{38}^4 = 45 + 175\Delta\text{фр} \quad (10)$$

где  $\Delta\text{фр}$  - параметр фракционного состава.

Это условная величина, определяемая из уравнения:

$$\Delta\text{фр} = \frac{t_{95} - t_{\text{нк}}}{t_{\text{нк}} \times t_{50} \times t_{95}} \times 10^4 \quad (11)$$

$t$  - температуры, соответствующие началу кипения, выкипанию 50 и 95 объем % (ГОСТ 2177-59).

Практическое значение полученных выражений используется в том случае, когда для оценки ДНП бензинов можно, не прибегая к постановке анализа по ГОСТ, определить ДНП по формуле, используя только характерные температуры кипения.

Для расчетов ДНП моторных топлив в обзоре [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**] приводятся простые соотношения:

для бензина Б-70

$$\log P = 3,22 - \frac{1540}{T} \quad (12)$$

для топлива Т-I

$$\log P = 3,19 - \frac{1400}{T} \quad (13)$$

для дизельного топлива зимнего

$$\log P = 3,18 - \frac{2050}{T} \quad (14)$$

для дизельного топлива летнего

$$\log P = 3,54 - \frac{2360}{T} \quad (15)$$

Из полученного материала видно, что аналитические зависимости для расчета давления насыщенных паров нефтяных фракций, бензинов дают значительную погрешность, поэтому единственным показателем для определения этих параметров остается только экспериментальный материал, полученный на специальных установках и в специальных лабораториях.



### Список литературы

1. Харченко П. М. Исследование плотности и давления насыщенных пород нефтяных фракций / П. М. Харченко, В. П. Тимофеев // Труды КубГАУ. – Краснодар. – 2012. – Т1. – №39. – С. 140 – 142.

2. Харченко П.М. Методы исследования давления насыщенных паров и экспериментальные установки / П.М. Харченко, В.П. Тимофеев, Д.С. Чижов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №02(106). С. 1000 – 1012. – IDA [article ID]: 1061502064. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/02/pdf/64.pdf>, 0,812 у.п.л.

### References

1. Harchenko P. M. Issledovanie plotnosti i davleniya nasischennih porod neftyanih frakciy/ P. M. Harchenko, V. P. Timofeev// Trudi KubGAU. – Krasnodar. – 2012. – T1. – №39. – S. 140 – 142.

2. Kharchenko P.M. Methods of saturated vapor pressure research and experimental installations / P.M. Kharchenko, V.P. Timofeev, D.S. Chizhov // Polythematic network electronic scientific journal of Kuban State Agrarian University (Scientific Journal of KubGAU) [Electronic resource]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №02(106). Pp. 1000-1012. – IDA [article ID]: 1061502064. – Access mode: <http://ej.kubagro.ru/2015/02/pdf/64.pdf>, 0.812 cu.p.l.