

Энергетика и электротехника

УДК 621.436

doi: 10.18698/0536-1044-2023-5-74-89

Расчет и корректировка значений упругих свойств топливных смесей*

Л.В. Грехов¹, Н.А. Арсенов¹, Е.А. Салыкин², Ц. Чжао³¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана² Волгоградский государственный технический университет³ Харбинский инженерный университет

Calculation and correction of the fuel mixture elastic properties values

L.V. Grekhov¹, N.A. Arsenov¹, E.A. Salykin², J. Zhao³¹ Bauman Moscow State Technical University² Volgograd State Technical University³ Harbin University of Engineering

Обосновано использование простого и удобного уравнения состояния в форме уравнения Коула, позволяющей быстро и с достаточной точностью определять плотность, коэффициент сжимаемости и скорость звука топливных смесей при высоких и ультравысоких давлениях впрыскивания. Описан метод расчета этих упругих свойств топливных смесей с использованием констант выбранной формы уравнения состояния в виде выражений, определяющих зависимость констант от температуры. Показана целесообразность введения универсальных поправочных коэффициентов, позволяющих уточнить расчетные значения упругих свойств топливных смесей. На основе обработанных экспериментальных данных из литературных источников и проведенных исследований получены эмпирические коэффициенты для определения поправочных коэффициентов, уточняющих значения свойств смесей произвольного состава. Описанный метод и найденные коэффициенты позволяют проводить гидродинамический расчет процесса топливоподачи по современным математическим моделям и проектировать новые топливные системы с высокими параметрами впрыскивания.

Ключевые слова: уравнение состояния, альтернативные топлива, высокие и сверхвысокие давления, константы уравнения состояния, упругие свойства топлив, топливные смеси

The paper substantiates the use of a simple and convenient Cole equation form of state making it possible to quickly and with sufficient accuracy determine density, compressibility coefficient and speed of sound of the fuel mixtures at high and ultrahigh injection pressures. A method is described for calculating these elastic properties of the fuel mixtures us-

* Исследование выполнено при финансовой поддержке МГТУ им. Н.Э. Баумана со стороны Российского научного фонда (грант № 21-49-00012).

ing the constants of the state equation selected in the form of expressions that determine dependence of the constants on the temperature. Expediency of introducing the universal correction factors is shown, which allows refining calculated values of the fuel mixture elastic properties. Processed experimental data from the literature sources and conducted studies formed the basis to obtain empirical coefficients to determine the correction factors that are refining values of the arbitrary composition mixture properties. The described method and the found coefficients make it possible to hydrodynamically calculate the fuel supply process using modern mathematical models and to design new fuel systems with the higher injection parameters.

Keywords: state equation, alternative fuels, high and ultrahigh pressures, equation of state constants, fuel elastic properties, fuel mixtures

Используемые уравнения состояния (УС). Разработчики поршневых силовых установок постоянно сталкиваются с задачами обеспечения все более высоких энергетических показателей при одновременном соблюдении жестких ограничений по экологическим показателям.

Эти задачи можно решить путем совершенствования методов моделирования подачи альтернативных и смесевых топлив, в том числе с высоким и сверхвысоким давлениями впрыскивания. Эффективность таких методов подтверждена многочисленными исследованиями.

Так, использование различных биотоплив во многих случаях позволяет снизить вредные выбросы [1, 2]. В настоящее время распространены биотоплива на основе спиртов [3], растительных масел [4], их смеси с дизельным топливом (ДТ) или смеси между собой [5, 6]. Отдельным примером удачного сочетания современных тенденций служит применение газотопливных смесей [7].

Чтобы описать процесс топливоподачи при повышенном давлении впрыскивания альтернативных и смесевых топлив, необходимо определить их актуальные свойства, и в первую очередь упругие. Математическая модель поведения упругих свойств топливной смеси (ТС) предполагает ее зависимость не только от параметров состояния, но и от состава.

В данной работе подтвержден выбор оптимальной формы УС, предложенный в статье [8], а также использован опыт сравнения различных УС и других способов описания упругих свойств ТС, пригодных для прогноза их поведения. Среди прочих УС представляют интерес выражения, записанные в форме Тейта [9, 10], хотя находят применение и более сложные модификации УС реального газа для описания свойств смесей [11, 12].

Одна из важнейших задач исследования — выбор адекватной поставленной задаче формы

УС, обеспечивающей расчет упругих свойств не только чистых топлив, но и их смесей. С учетом предъявляемых к форме УС требований для описания нестационарного процесса топливоподачи наиболее удачным является близкое к уравнению Коула выражение [8, 13]

$$\left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^{\aleph} = \frac{B+p}{B+p_0} \approx \frac{B+p}{B}, \quad (1)$$

где ρ — плотность топлива при текущем давлении p ; ρ_0 — плотность топлива при актуальной температуре и атмосферном давлении p_0 ; \aleph и B — константы, определяемые по экспериментальным данным.

Поиск констант уравнения состояния. Форма УС (1), признанная удачной для расчета упругих свойств топлив и их смесей, носит эвристический характер. Константы B и \aleph в функции температуры T определяются следующими выражениями:

$$B = B_0 + B_1T + B_2T^2 + \dots + B_nT^n; \quad (2)$$

$$\aleph = \aleph_0 + \aleph_1T + \aleph_2T^2 + \dots + \aleph_nT^n, \quad (3)$$

где $B_0, B_1, \dots, B_n, \aleph_0, \aleph_1, \dots, \aleph_n$ — коэффициенты полиномов.

В статье [8] подробно описан способ поиска констант УС в форме (1) и приведены результаты расчетов, позволяющие убедиться в достаточной точности метода относительно упругих свойств индивидуальных топлив и жидкостей.

Цель работы — адаптация предложенных в статье [8] методов поиска констант уравнения (1) для ТС, и разработка общей методики расчета упругих свойств топлив различного состава.

Способ расчета упругих свойств различных ТС. При отсутствии химического взаимодей-

ствия компонентов принято, что общая плотность ТС является суммой их плотностей с учетом доли каждого компонента:

$$\rho_{mix} = \sum_{j=1}^n \varepsilon_j \rho_j,$$

где ε_j и ρ_j — доля j -го компонента в ТС и его плотность.

С учетом выражений, приведенных в работе [8] для расчета плотности чистых топлив, плотность ТС из n компонентов можно рассчитать как

$$\rho_{mix} = \sum_{j=1}^n \varepsilon_j \rho_{0j} \left(\frac{B_j + p}{B_j} \right)^{\frac{1}{\kappa_j}}, \quad (4)$$

где B_j и κ_j — константы j -го компонента смеси.

Используя формулу (4) и дифференцируя плотность ТС по давлению, после преобразования получаем следующие выражения для определения скорости звука в ТС α_{mix} и коэффициента сжимаемости ТС β_{mix} :

$$\alpha_{mix} = \left[\sum_{j=1}^n \frac{\varepsilon_{j0} \rho_{0j} \left(\frac{B_j + p}{B_j} \right)^{\frac{1-\kappa_j}{\kappa_j}}}{\kappa_j B_j} \right]^{-0,5}; \quad (5)$$

$$\beta_{mix} = \left[\sum_{j=1}^n \frac{\varepsilon_{j0} \rho_{0j} \left(\frac{B_j + p}{B_j} \right)^{\frac{1-\kappa_j}{\kappa_j}}}{\kappa_j B_j} \right] \times \left[\sum_{j=1}^n \varepsilon_{j0} \rho_{0j} \left(\frac{B_j + p}{B_j} \right)^{\frac{1}{\kappa_j}} \right]^{-1}, \quad (6)$$

где ε_{j0} и ρ_{0j} — доля j -го компонента в ТС и его плотность при актуальных значениях температуры и атмосферного давления.

Формулы (5) и (6) справедливы для чистых топлив [8] при $\varepsilon_{j0} = 1$, $\rho_{0j} = \rho_0$, $B_j = B$ и $\kappa_j = \kappa$. Приведенные в работе [8] выражения для констант индивидуальных топлив и жидкостей в форме полиномов (2) и (3) дают возможность рассчитывать упругие свойства ТС с помощью соотношений (4)–(6).

В целях упрощения и ускорения расчетных процедур разработаны программы, позволяющие формировать массивы значений конкретных упругих свойств для заданного диапазона давлений ТС и сочетания констант при фиксированной температуре.

Полученные результаты сравнивали с исходными экспериментальными данными. Так, на

рис. 1 приведены расчетные и экспериментальные (взятые из работы [14]) зависимости скорости звука α_{mix} от доли пальмового масла (ПМ) ε_{PO} в смеси с ДТ при давлении $p = 20$ и 25 МПа.

Как видно из рис. 1, расчетные данные имеют отклонения от экспериментальных. При давлении 20 МПа их рассогласование составляет $3,3\%$, при $p = 25$ МПа — $2,3\%$. Такая ошибка может быть вызвана как отсутствием сложного описания химического взаимодействия компонентов ТС в используемой модели, так и погрешностями экспериментальных данных. Обычно наибольшее расхождение наблюдается для соизмеримых значений содержания компонентов в ТС.

Для улучшения сходимости расчетных результатов с экспериментальными предлагается использовать метод уточнения расчета.

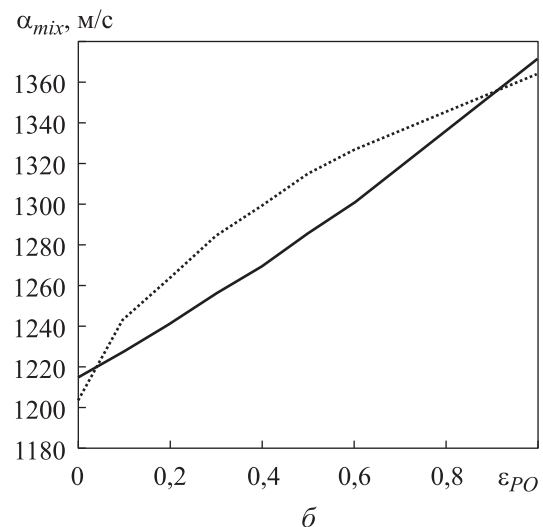
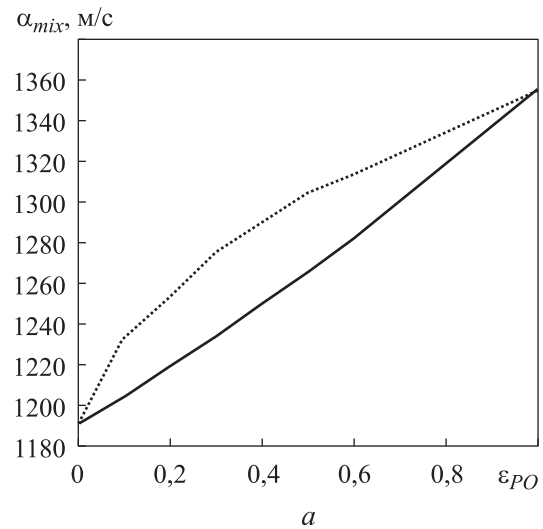


Рис. 1. Расчетная (—) и экспериментальная (.....) зависимости скорости звука α_{mix} от доли ПМ ε_{PO} в смеси с ДТ при давлении $p = 20$ (а) и 25 МПа (б)

Коррекция расчета упругих свойств ТС в зависимости от ее состава и давления. Для минимизации ошибки дисперсионной модели введем универсальные корректирующие коэффициенты, определяемые на основе минимизации расхождения расчетных и экспериментальных данных. Для этого найдем способ расчета скорректированной скорости звука в смеси

$$\alpha_{mix}^{corr} = \alpha_{mix}^{exp}, \tag{7}$$

где α_{mix}^{exp} — экспериментальная скорость звука в ТС.

С учетом выражения (5) соотношение (7) можно записать как

$$\alpha_{mix}^{exp} = \left[k \sum_{j=1}^n \frac{\epsilon_{j0} \rho_{0j}}{\kappa_j B_j} \left(\frac{B_j + p}{B_j} \right)^{\frac{1-\kappa_j}{\kappa_j}} \right]^{-0,5}, \tag{8}$$

где k — коэффициент коррекции.

Для краткости выражения (8) введем сомножитель суммы

$$S = \sum_{j=1}^n \frac{\epsilon_{j0} \rho_{0j}}{\kappa_j B_j} \left(\frac{B_j + p}{B_j} \right)^{\frac{1-\kappa_j}{\kappa_j}}$$

и запишем выражение (8) как

$$\alpha_{mix}^{exp} = [kS]^{-0,5}. \tag{9}$$

Тогда с учетом формулы (9) коэффициент коррекции приобретает вид

$$\beta_{mix} = \frac{1}{(\alpha_{mix}^{exp})^2 S}. \tag{10}$$

Расчет коэффициента коррекции выполнен во вспомогательной программе. Чтобы реализовать предлагаемую методику определения коэффициентов коррекции в качестве рекомендаций для конкретных случаев практических расчетов и в целом для маршевого счета, полученные значения коэффициентов коррекции представим в виде полинома

$$k = k_0 + k_1 \epsilon_2 + k_2 \epsilon_2^2 + \dots + k_n \epsilon_2^n, \tag{11}$$

где k_0, k_1, \dots, k_n — коэффициенты полинома, являющиеся функцией давления,

$$k_n = k_{0n} + k_{1n} p + k_{2n} p^2 + \dots + k_{nn} p^n. \tag{12}$$

Представление коэффициентов коррекции в виде совокупности полиномов (11), (12) позволяет определить их зависимость от состава и давления ТС.

Введение коэффициента коррекции является вынужденной мерой. Однако при вычислении скорости звука в ТС и коэффициента сжимаемости ТС по формулам (5) и (6) использование типового характера рассогласования результатов позволяет применять коэффициент коррекции, который обладает достаточной для практических расчетов универсальностью.

Тогда в соответствии с выражением (10) скорректированная скорость звука в смеси приобретает вид

$$\alpha_{mix}^{corr} = \frac{1}{\sqrt{k} \sqrt{S}}. \tag{13}$$

Аналогично с помощью соотношений (6), (9) и (13) получаем выражение для определения коэффициента сжимаемости

$$\begin{aligned} \beta_{mix} &= \left[\frac{1}{(\alpha_{mix}^{corr})^2} \right] \left[\sum_{j=1}^n \epsilon_{j0} \rho_{0j} \left(\frac{B_j + p}{B_j} \right)^{\frac{1}{\kappa_j}} \right]^{-1} = \\ &= S k \left[\sum_{j=1}^n \epsilon_{j0} \rho_{0j} \left(\frac{B_j + p}{B_j} \right)^{\frac{1}{\kappa_j}} \right]^{-1}. \end{aligned}$$

Введение корректирующих коэффициентов позволяет значительно уменьшить погрешность расчета упругих свойств ТС. Экспериментальная, расчетная и скорректированная зависимости скорости звука от доли н-гептана $\epsilon_{н-г}$ в смеси с этанолом при температуре $T = 318$ К и давлении $p = 91$ МПа приведены на рис. 2 [15]. Аналогичные зависимости коэффициента сжимаемости от доли ПМ ϵ_{PO} в смеси с ДТ при температуре $T = 323$ К и давлении $p = 25$ МПа показаны на рис. 3 [14].

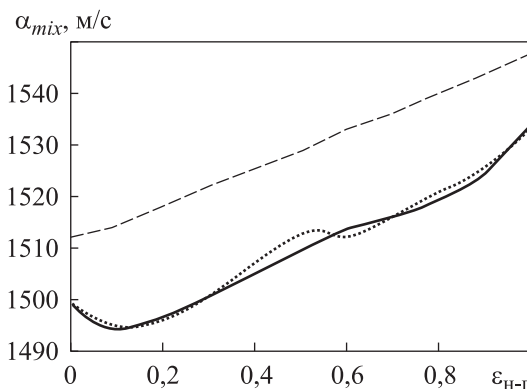


Рис. 2. Экспериментальная (.....), расчетная (---) и скорректированная (—) зависимости скорости звука α_{mix} от доли н-гептана $\epsilon_{н-г}$ в смеси с этанолом при температуре $T = 318$ К и давлении $p = 91$ МПа

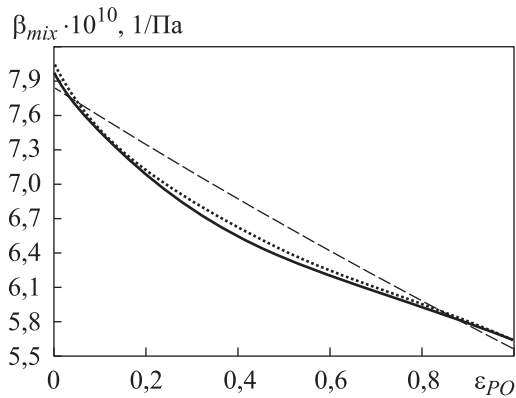


Рис. 3. Экспериментальная (.....), расчетная (---) и скорректированная (—) зависимости коэффициента сжимаемости β_{mix} от доли ПМ ϵ_{PO} в смеси с ДТ при температуре $T = 323$ К и давлении $p = 25$ МПа

С помощью предложенной методики проведена обработка и коррекция упругих свойств других ТС по имеющимся экспериментальным данным. Значения полученных коэффициентов полиномов (11), (12) для исследованных ТС приведены в табл. 1. Здесь введены следующие обозначения: СЗ — скорость звука; КС — коэффициент сжимаемости; БДТ — биодизельное топливо; МЭРМ и МЭСМ — метиловый эфир рапсового и соевого масла.

Использование коэффициентов коррекции оказалось эффективным (см. рис. 2, 3). Расчет коэффициентов коррекции выполнен при постоянной температуре ТС, поэтому для учета изменения их значений по температуре использована другая методика, основанная на данных, указанных в табл. 1.

Получение корректирующих коэффициентов ТС в зависимости от температуры и давления.

В состав УС (1) входят константы B и \mathfrak{K} , аппроксимация по температуре которых предложена в работе [8]. Определим влияние температуры ТС на коэффициент коррекции.

Введем зависимость коэффициента коррекции от температуры ТС путем их повторной обработки с помощью выражений (10)–(12) и данных, указанных в табл. 1. Процедура нахождения коэффициентов коррекции включает в себя следующие шаги:

- расчет по выражениям (11) и (12) коэффициентов коррекции для тех ТС, для которых имеются экспериментальные данные, измеренные при фиксированной температуре; выбор из полученного набора коэффициентов коррек-

ции $k_{\epsilon_j T_0}$ значения, соответствующего минимальной температуре T_0 , при которой проводились эксперименты;

- поиск значений остальных коэффициентов коррекции, соответствующих другим рассматриваемым температурам ТС в виде суммы коэффициента коррекции $k_{\epsilon_j T_0}$ и поправки, которая определяется выражением

$$k_{T_i} = k_{\epsilon_j T_i} - k_{\epsilon_j T_0}, \quad (14)$$

где $k_{\epsilon_j T_i}$ — коэффициент коррекции, получаемый с помощью выражений (10)–(12) для конкретного состава ТС и рассматриваемой температуры T_i , соответствующей экспериментальным данным.

Поправку k_{T_i} можно представить как функцию температуры в виде аппроксимирующей зависимости

$$k_T = t_0 + t_1 T + t_2 T^2 + \dots + t_n T^n, \quad (15)$$

где $t_0, t_1, t_2, \dots, t_n$ — коэффициенты полинома, зависящие от давления,

$$t_n = t_{0n} + t_{1n} p + t_{2n} p^2 + \dots + t_{nn} p^n. \quad (16)$$

Тогда для конкретной температуры коэффициент коррекции

$$k = k_{\epsilon_j T_0} + k_T. \quad (17)$$

Предложенная процедура получения зависимости коэффициентов коррекции от температуры ТС позволяет корректировать значения упругих свойств относительно экспериментальных данных во всем рассматриваемом диапазоне температур для конкретного состава ТС.

При этом первым слагаемым выражения (17) является коэффициент коррекции для минимальной рассматриваемой температуры, найденный с помощью формул (10)–(12). Изменение коэффициентов коррекции для других температур учитывается как поправка по формулам (14)–(17).

Таким образом, полученные зависимости обеспечивают нахождение корректирующих коэффициентов для любых температур, давлений и составов ТС. В качестве примера на рис. 4 приведены экспериментальные, расчетные (по выражению (5)) и скорректированные с помощью коэффициентов коррекции (14)–(17) зависимости скорости звука α_{mix} от температуры T для смеси ДТ и 10%-ного метилового эфира рапсового масла при давлении $p = 150$ МПа [16].

Таблица 1
Значения коэффициентов полиномов (11) и (12), рекомендуемые для расчета скорости звука в ТС и коэффициента сжимаемости ТС

Свой-ство	Состав ТС	p , МПа	T , К	k_{0n}	k_{1n}	k_{2n}	k_{3n}	k_{4n}	k_{5n}	k_{6n}	
СЗ	ДТ + БДТ с поправкой МЭРМ [17]	0,10...100,32	293	$k_{00} = 1,0084098$;	$k_{10} = -9,507698 \cdot 10^{-10}$;	$k_{20} = 1,5342 \cdot 10^{-17}$;	$k_{30} = -6,0534 \cdot 10^{-26}$	-	-	-	
				$k_{01} = -0,0058333$;	$k_{11} = 2,240920 \cdot 10^{-10}$;	$k_{21} = -1,5657 \cdot 10^{-18}$;	-	-	-		
				$k_{02} = 0,0053586$	$k_{12} = -1,219325 \cdot 10^{-10}$	$k_{22} = 4,9271 \cdot 10^{-19}$	-	-	-		
		0,10...100,32	298	$k_{00} = 1,0097428$;	$k_{10} = -1,000461 \cdot 10^{-9}$;	$k_{20} = 1,6608 \cdot 10^{-17}$;	$k_{30} = -6,8246 \cdot 10^{-26}$	-	-	-	-
				$k_{01} = -0,0059654$;	$k_{11} = 5,164326 \cdot 10^{-11}$;	$k_{21} = -7,2712 \cdot 10^{-19}$;	-	-	-		
				$k_{02} = 0,0032142$	$k_{12} = 5,465558 \cdot 10^{-11}$	$k_{22} = -3,9799 \cdot 10^{-19}$	-	-	-		
		0,10...100,32	303	$k_{00} = 1,0078619$;	$k_{10} = -9,003932 \cdot 10^{-10}$;	$k_{20} = 1,4328 \cdot 10^{-17}$;	$k_{30} = -5,6588 \cdot 10^{-26}$	-	-	-	-
				$k_{01} = 0,0013339$;	$k_{11} = -1,947815 \cdot 10^{-10}$;	$k_{21} = 2,1329 \cdot 10^{-18}$;	-	-	-		
				$k_{02} = 0,0035312$	$k_{12} = 2,622187 \cdot 10^{-10}$	$k_{22} = -2,6662 \cdot 10^{-18}$	-	-	-		
		0,10...100,32	308	$k_{00} = 1,0149178$;	$k_{10} = -1,000176 \cdot 10^{-9}$;	$k_{20} = 1,6307 \cdot 10^{-17}$;	$k_{30} = -6,5696 \cdot 10^{-26}$	-	-	-	-
				$k_{01} = -0,0111801$;	$k_{11} = 4,591487 \cdot 10^{-11}$;	$k_{21} = -9,4602 \cdot 10^{-19}$;	-	-	-		
				$k_{02} = 0,0061199$	$k_{12} = 2,012389 \cdot 10^{-11}$	$k_{22} = 1,98258 \cdot 10^{-19}$	-	-	-		
0,10...100,32	313	$k_{00} = 1,0108927$;	$k_{10} = -9,215798 \cdot 10^{-10}$;	$k_{20} = 1,4391 \cdot 10^{-17}$;	$k_{30} = -5,3304 \cdot 10^{-26}$	-	-	-	-		
		$k_{01} = -0,0080005$;	$k_{11} = -3,538767 \cdot 10^{-10}$	$k_{21} = 2,7742 \cdot 10^{-18}$	-	-	-				
		$k_{02} = 0,0021722$	$k_{12} = 4,072204 \cdot 10^{-10}$	$k_{22} = -3,3849 \cdot 10^{-18}$	-	-	-				
0,10...100,32	318	$k_{00} = 1,0067739$;	$k_{10} = -9,775017 \cdot 10^{-10}$;	$k_{20} = 1,5803 \cdot 10^{-17}$;	$k_{30} = -6,2114 \cdot 10^{-26}$	-	-	-	-		
		$k_{01} = 0,0016586$;	$k_{11} = -3,134083 \cdot 10^{-10}$;	$k_{21} = 2,5531 \cdot 10^{-18}$;	-	-	-				
		$k_{02} = 0,0011911$	$k_{12} = 3,617123 \cdot 10^{-10}$	$k_{22} = -2,9019 \cdot 10^{-18}$	-	-	-				
ДТ + МЭРМ [16]	ДТ + МЭРМ [16]	0,10...150,00	293	$k_{00} = 1,0187923$;	$k_{10} = -1,366057 \cdot 10^{-9}$;	$k_{20} = 1,7297 \cdot 10^{-17}$;	$k_{30} = -8,7041 \cdot 10^{-26}$;	$k_{40} = 1,75 \cdot 10^{-34}$;	-	-	
				$k_{01} = 0,1398926$;	$k_{11} = -5,070187 \cdot 10^{-9}$;	$k_{21} = 1,8756 \cdot 10^{-16}$;	$k_{31} = -1,6923 \cdot 10^{-24}$;	$k_{41} = 4,49 \cdot 10^{-33}$;	-		
				$k_{02} = -1,2605842$;	$k_{12} = 6,324671 \cdot 10^{-8}$;	$k_{22} = -2,3419 \cdot 10^{-15}$;	$k_{32} = 2,1475 \cdot 10^{-23}$;	$k_{42} = -5,86 \cdot 10^{-32}$;	-		
		0,10...250,00	313	$k_{00} = 1,0264474$;	$k_{10} = -1,565707 \cdot 10^{-9}$;	$k_{20} = 1,5779 \cdot 10^{-17}$;	$k_{30} = -5,8659 \cdot 10^{-26}$;	$k_{40} = 8,03 \cdot 10^{-35}$;	-	-	-
				$k_{01} = 0,04193422$;	$k_{11} = 3,043528 \cdot 10^{-9}$;	$k_{21} = -1,0202 \cdot 10^{-17}$;	$k_{31} = -1,8336 \cdot 10^{-26}$;	$k_{41} = 1,26 \cdot 10^{-34}$;	-		
				$k_{02} = -0,0842753$;	$k_{12} = -4,464069 \cdot 10^{-8}$;	$k_{22} = 3,6955 \cdot 10^{-16}$;	$k_{32} = -1,7854 \cdot 10^{-24}$;	$k_{42} = 3,09 \cdot 10^{-33}$;	-		
		0,1...300,0	333	$k_{00} = 1,0501637$;	$k_{10} = -1,864325 \cdot 10^{-9}$;	$k_{20} = 1,8643 \cdot 10^{-17}$;	$k_{30} = -6,8786 \cdot 10^{-26}$;	$k_{40} = 9,22 \cdot 10^{-35}$;	$k_{50} = -2,41 \cdot 10^{-42}$;	-	-
				$k_{01} = -0,4784941$;	$k_{11} = 4,798901 \cdot 10^{-10}$;	$k_{21} = 4,0060 \cdot 10^{-17}$;	$k_{31} = -4,6719 \cdot 10^{-25}$;	$k_{41} = 1,84 \cdot 10^{-33}$;	$k_{51} = 2,62 \cdot 10^{-41}$;	-	-
				$k_{02} = 3,7050568$;	$k_{12} = -6,650047 \cdot 10^{-9}$;	$k_{22} = -4,3637 \cdot 10^{-16}$;	$k_{32} = 5,0534 \cdot 10^{-24}$;	$k_{42} = -1,99 \cdot 10^{-32}$;	$k_{52} = -2,40 \cdot 10^{-41}$;	-	-
		0,10...300,00	353	$k_{00} = 1,0326541$;	$k_{10} = -1,989751 \cdot 10^{-9}$;	$k_{20} = 2,0393 \cdot 10^{-17}$;	$k_{30} = -7,588 \cdot 10^{-26}$;	$k_{40} = 1,02 \cdot 10^{-34}$;	$k_{50} = -2,4777 \cdot 10^{-25}$;	-	-
				$k_{01} = -0,0471286$;	$k_{11} = 2,577693 \cdot 10^{-9}$;	$k_{21} = -2,6221 \cdot 10^{-18}$;	$k_{31} = -4,035 \cdot 10^{-26}$;	$k_{41} = 1,15 \cdot 10^{-34}$;	$k_{51} = -2,40 \cdot 10^{-41}$;	-	-
				$k_{02} = 0,8599897$;	$k_{12} = -3,001343 \cdot 10^{-8}$;	$k_{22} = 3,7633 \cdot 10^{-17}$;	$k_{32} = 3,1002 \cdot 10^{-25}$;	$k_{42} = -8,14 \cdot 10^{-34}$;	$k_{52} = -2,40 \cdot 10^{-41}$;	-	-
$k_{03} = -0,8022858$	$k_{13} = 2,728488 \cdot 10^{-8}$	$k_{23} = -3,3660 \cdot 10^{-17}$	$k_{33} = -4,6271 \cdot 10^{-24}$	$k_{43} = 1,83 \cdot 10^{-32}$	$k_{53} = -2,40 \cdot 10^{-41}$	-	-				

Окончание табл. 1

Свой- СТВО	Состав ТС	p , МПа	T , К	k_{0n}	k_{1n}	k_{2n}	k_{3n}	k_{4n}	k_{5n}	k_{6n}	
СЗ	ДТ + МЭСМ [16]	0,10...150,00	293	$k_{00} = 1,0187923$;	$k_{10} = -1,366057 \cdot 10^{-9}$;	$k_{20} = 1,7297 \cdot 10^{17}$;	$k_{30} = -8,7041 \cdot 10^{-26}$;	$k_{40} = 1,75 \cdot 10^{-34}$;	$k_{51} = 2,56 \cdot 10^{-41}$;	-	
				$k_{01} = -0,0511026$;	$k_{11} = 3,964691 \cdot 10^{-9}$;	$k_{21} = -1,3139 \cdot 10^{-16}$;	$k_{31} = 1,8184 \cdot 10^{-24}$;	$k_{41} = -1,12 \cdot 10^{-32}$;	$k_{52} = -4,04 \cdot 10^{-40}$;		
				$k_{02} = 0,8321862$;	$k_{12} = -4,721548 \cdot 10^{-8}$;	$k_{22} = 1,7258 \cdot 10^{15}$;	$k_{32} = -2,5524 \cdot 10^{-23}$;	$k_{42} = 1,67 \cdot 10^{-31}$;	$k_{53} = 3,789 \cdot 10^{-40}$;		
				$k_{03} = -0,7859336$;	$k_{13} = 4,370747 \cdot 10^{-8}$;	$k_{23} = -1,5993 \cdot 10^{-15}$;	$k_{33} = 2,3736 \cdot 10^{-23}$;	$k_{43} = -1,56 \cdot 10^{-31}$;			
				$k_{00} = 1,0264953$;	$k_{10} = -1,588223 \cdot 10^{-9}$;	$k_{20} = 1,6197 \cdot 10^{17}$;	$k_{30} = -6,1124 \cdot 10^{-26}$;	$k_{40} = 8,49 \cdot 10^{-35}$;	$k_{51} = 3,53 \cdot 10^{-42}$;		
				$k_{01} = -0,0539078$;	$k_{11} = 4,079504 \cdot 10^{-10}$;	$k_{21} = -1,3160 \cdot 10^{-17}$;	$k_{31} = 2,6133 \cdot 10^{-25}$;	$k_{41} = -1,74 \cdot 10^{-33}$;	$k_{52} = -3,84 \cdot 10^{-41}$;		
				$k_{02} = 0,7077715$;	$k_{12} = -5,356154 \cdot 10^{-9}$;	$k_{22} = 1,7208 \cdot 10^{16}$;	$k_{32} = -3,1589 \cdot 10^{-24}$;	$k_{42} = 1,98 \cdot 10^{-32}$;	$k_{53} = 3,49 \cdot 10^{-41}$;		
				$k_{03} = -0,6632964$;	$k_{13} = 5,199918 \cdot 10^{-9}$;	$k_{23} = -1,6262 \cdot 10^{-16}$;	$k_{33} = 2,9228 \cdot 10^{-24}$;	$k_{43} = -1,82 \cdot 10^{-32}$;			
				$k_{00} = 1,0501637$;	$k_{10} = -1,864323 \cdot 10^{-9}$;	$k_{20} = 1,8643 \cdot 10^{17}$;	$k_{30} = -6,8786 \cdot 10^{-26}$;	$k_{40} = 9,2 \cdot 10^{-35}$;	$k_{51} = 1,41 \cdot 10^{-42}$;		
				$k_{01} = -0,621112$;	$k_{11} = 3,159188 \cdot 10^{-9}$;	$k_{21} = -5,2712 \cdot 10^{-17}$;	$k_{31} = 3,6989 \cdot 10^{-25}$;	$k_{41} = -1,19 \cdot 10^{-33}$;	$k_{52} = 1,62 \cdot 10^{-41}$;		
				$k_{02} = 5,3420711$;	$k_{12} = -3,140916 \cdot 10^{-8}$;	$k_{22} = 3,9786 \cdot 10^{16}$;	$k_{32} = -1,8667 \cdot 10^{-24}$;	$k_{42} = 2,91 \cdot 10^{-33}$;			
				$k_{03} = -4,7495955$;	$k_{13} = 3,520277 \cdot 10^{-8}$;	$k_{23} = -5,8272 \cdot 10^{-16}$;	$k_{33} = 4,1842 \cdot 10^{-24}$;	$k_{43} = -1,34 \cdot 10^{-32}$;			
				$k_{00} = 1,0326707$;	$k_{10} = -1,988032 \cdot 10^{-9}$;	$k_{20} = 2,03606 \cdot 10^{-17}$;	$k_{30} = -7,5705 \cdot 10^{-26}$;	$k_{40} = 1,01 \cdot 10^{-34}$;	$k_{51} = 3,23 \cdot 10^{-41}$;		
				$k_{01} = -0,1365967$;	$k_{11} = 5,725300 \cdot 10^{-9}$;	$k_{21} = -1,7000 \cdot 10^{-16}$;	$k_{31} = 2,1083 \cdot 10^{-24}$;	$k_{41} = -1,21 \cdot 10^{-32}$;	$k_{52} = -5,27 \cdot 10^{-40}$;	$k_{61} = -3,21 \cdot 10^{-50}$;	
				$k_{02} = 1,9692482$;	$k_{12} = -9,716400 \cdot 10^{-8}$;	$k_{22} = 2,9329 \cdot 10^{15}$;	$k_{32} = -3,585 \cdot 10^{-23}$;	$k_{42} = 2,02 \cdot 10^{-31}$;	$k_{53} = 4,91 \cdot 10^{-40}$;	$k_{62} = 5,16 \cdot 10^{-49}$;	
				$k_{03} = -1,8333470$;	$k_{13} = 9,123600 \cdot 10^{-8}$;	$k_{23} = -2,7490 \cdot 10^{-15}$;	$k_{33} = 3,3509 \cdot 10^{-23}$;	$k_{43} = -1,88 \cdot 10^{-31}$;		$k_{63} = -4,79 \cdot 10^{-49}$;	
				$k_{00} = 1,1324300$;	$k_{10} = -2,305747 \cdot 10^{-9}$;	$k_{20} = 1,3632 \cdot 10^{17}$;	$k_{30} = -3,5977 \cdot 10^{-26}$;	$k_{40} = 4,37 \cdot 10^{-35}$;	$k_{50} = -1,99 \cdot 10^{-44}$;		
	ДТ + эта- биоганол [18]	10,10...70,00	293	$k_{01} = -0,1328843$;	$k_{11} = 4,635942 \cdot 10^{-9}$;	$k_{21} = -2,3907 \cdot 10^{-17}$;	$k_{31} = 4,5641 \cdot 10^{-26}$;	$k_{41} = -2,90 \cdot 10^{-35}$;			
				$k_{02} = 0,0900125$;	$k_{12} = -3,915554 \cdot 10^{-9}$;	$k_{22} = 2,0355 \cdot 10^{-17}$;	$k_{32} = -3,9062 \cdot 10^{-26}$;	$k_{42} = 2,49 \cdot 10^{-35}$;			
				$k_{00} = 1,016849$;	$k_{10} = -2,355587 \cdot 10^{-10}$;	$k_{20} = 1,06485 \cdot 10^{-18}$;	$k_{30} = -2,0717 \cdot 10^{-27}$;	$k_{40} = 1,76 \cdot 10^{-36}$;	$k_{50} = -5,00 \cdot 10^{-46}$;		
	БДТ + эта- нол + н-гептан[15]	10,10...70,00	293	$k_{01} = -0,2393749$;	$k_{11} = 2,784053 \cdot 10^{-9}$;	$k_{21} = -1,3875 \cdot 10^{-17}$;	$k_{31} = 2,7183 \cdot 10^{-26}$;	$k_{41} = -1,76 \cdot 10^{-35}$;			
				$k_{02} = 0,23816707$;	$k_{12} = -2,681495 \cdot 10^{-9}$;	$k_{22} = 1,3174 \cdot 10^{-17}$;	$k_{32} = -2,5741 \cdot 10^{-26}$;	$k_{42} = 1,67 \cdot 10^{-35}$;			
				$k_{00} = 1,0149908$;	$k_{10} = -2,502090 \cdot 10^{-9}$;	$k_{20} = 7,3249 \cdot 10^{17}$;	$k_{30} = -8,2472 \cdot 10^{-25}$;	$k_{40} = 3,46 \cdot 10^{-33}$;			
		0,1...90,0	293	$k_{01} = 0,3780210$;	$k_{11} = -4,573442 \cdot 10^{-9}$;	$k_{21} = -4,1778 \cdot 10^{-17}$;	$k_{31} = 1,4986 \cdot 10^{-24}$;	$k_{41} = -9,24 \cdot 10^{-33}$;			
				$k_{02} = -1,057683$;	$k_{12} = -5,706387 \cdot 10^{-9}$;	$k_{22} = 8,8059 \cdot 10^{16}$;	$k_{32} = -1,5828 \cdot 10^{-23}$;	$k_{42} = 8,42 \cdot 10^{-32}$;			
				$k_{03} = 1,1903910$;	$k_{13} = 2,480117 \cdot 10^{-8}$;	$k_{23} = -1,7672 \cdot 10^{-15}$;	$k_{33} = 2,9768 \cdot 10^{-23}$;	$k_{43} = -1,55 \cdot 10^{-31}$;			
				$k_{04} = -0,5116630$;	$k_{14} = -1,457380 \cdot 10^{-8}$;	$k_{24} = 9,3127 \cdot 10^{-16}$;	$k_{34} = -1,5484 \cdot 10^{-23}$;	$k_{44} = 8,05 \cdot 10^{-32}$;			
				$k_{00} = 1,0217654$;	$k_{10} = -2,744505 \cdot 10^{-9}$;	$k_{20} = 8,2926 \cdot 10^{17}$;	$k_{30} = -9,7688 \cdot 10^{-25}$;	$k_{40} = 4,27 \cdot 10^{-33}$;			
		0,10...90,00	298	$k_{01} = 0,0311552$;	$k_{11} = 2,255225 \cdot 10^{-9}$;	$k_{21} = -1,0054 \cdot 10^{-16}$;	$k_{31} = 1,5061 \cdot 10^{-24}$;	$k_{41} = -7,39 \cdot 10^{-33}$;			
				$k_{02} = 0,4280625$;	$k_{12} = -3,253410 \cdot 10^{-8}$;	$k_{22} = 8,8253 \cdot 10^{16}$;	$k_{32} = -1,0522 \cdot 10^{-23}$;	$k_{42} = 4,40 \cdot 10^{-32}$;			
				$k_{03} = -0,8463700$;	$k_{13} = 5,681803 \cdot 10^{-8}$;	$k_{23} = -1,4086 \cdot 10^{-15}$;	$k_{33} = 1,5354 \cdot 10^{-23}$;	$k_{43} = -5,83 \cdot 10^{-32}$;			
				$k_{04} = 0,38385165$;	$k_{14} = -2,634296 \cdot 10^{-8}$;	$k_{24} = 6,1568 \cdot 10^{-16}$;	$k_{34} = -6,1296 \cdot 10^{-24}$;	$k_{44} = 2,05 \cdot 10^{-32}$;			

КС	Этанол + н-гептан [15]	0,10...90,00	308	$k_{00} = 1,0201092;$	$k_{10} = -3,280848 \cdot 10^{-9};$	$k_{20} = 1,2288 \cdot 10^{-16};$	$k_{30} = -1,7923 \cdot 10^{-24};$	$k_{40} = 9,12 \cdot 10^{-33};$	-
				$k_{01} = 0,4049994;$	$k_{11} = 2,0134889 \cdot 10^{-9};$	$k_{21} = -5,1048 \cdot 10^{-16};$	$k_{31} = 1,1033 \cdot 10^{-23};$	$k_{41} = -6,64 \cdot 10^{-32};$	
				$k_{02} = -1,0821129;$	$k_{12} = -3,423637 \cdot 10^{-8};$	$k_{22} = 2,5508 \cdot 10^{-15};$	$k_{32} = -4,7748 \cdot 10^{-23};$	$k_{42} = 2,71 \cdot 10^{-31};$	
				$k_{03} = 1,1814533;$	$k_{13} = 6,551555 \cdot 10^{-8};$	$k_{23} = -3,9351 \cdot 10^{-15};$	$k_{33} = 6,9711 \cdot 10^{-23};$	$k_{43} = -3,85 \cdot 10^{-31};$	
$k_{04} = -0,5064458$	$k_{14} = -3,297179 \cdot 10^{-8}$	$k_{24} = 1,8627 \cdot 10^{-15}$	$k_{34} = -3,2265 \cdot 10^{-23}$	$k_{44} = 1,76 \cdot 10^{-31}$					
КС	0,10...90,00	308	$k_{00} = 1,0164313;$	$k_{10} = -2,638503 \cdot 10^{-9};$	$k_{20} = 7,6135 \cdot 10^{-17};$	$k_{30} = -8,1860 \cdot 10^{-25};$	$k_{40} = 3,26 \cdot 10^{-33};$	-	
			$k_{01} = 0,4415068;$	$k_{11} = -8,124064 \cdot 10^{-9};$	$k_{21} = 1,4464 \cdot 10^{-16};$	$k_{31} = -1,9883 \cdot 10^{-24};$	$k_{41} = 1,10 \cdot 10^{-32};$		
			$k_{02} = -1,1530467;$	$k_{12} = -5,037061 \cdot 10^{-8};$	$k_{22} = 4,9011 \cdot 10^{-16};$	$k_{32} = -5,7001 \cdot 10^{-24};$	$k_{42} = 1,77 \cdot 10^{-32};$		
			$k_{03} = 1,2373316;$	$k_{13} = 3,426442 \cdot 10^{-8};$	$k_{23} = -1,5548 \cdot 10^{-15};$	$k_{33} = 2,0102 \cdot 10^{-23};$	$k_{43} = -8,44 \cdot 10^{-32};$		
$k_{04} = -0,5250681$	$k_{14} = -2,152728 \cdot 10^{-8}$	$k_{24} = 9,3569 \cdot 10^{-16}$	$k_{34} = -1,2636 \cdot 10^{-23}$	$k_{44} = 5,68 \cdot 10^{-32}$					
КС	0,10...90,00	313	$k_{00} = 1,0137378;$	$k_{10} = -3,084965 \cdot 10^{-9};$	$k_{20} = 9,6616 \cdot 10^{-17};$	$k_{30} = -1,1528 \cdot 10^{-24};$	$k_{40} = 5,042 \cdot 10^{-33};$	-	
			$k_{01} = 0,45943953;$	$k_{11} = -4,635643 \cdot 10^{-9};$	$k_{21} = -6,8462 \cdot 10^{-17};$	$k_{31} = 1,7892 \cdot 10^{-24};$	$k_{41} = -9,93 \cdot 10^{-33};$		
			$k_{02} = -1,1731967;$	$k_{12} = -2,650411 \cdot 10^{-8};$	$k_{22} = 1,6452 \cdot 10^{-15};$	$k_{32} = -2,4988 \cdot 10^{-23};$	$k_{42} = 1,20 \cdot 10^{-31};$		
			$k_{03} = 1,2481173;$	$k_{13} = 7,149723 \cdot 10^{-8};$	$k_{23} = -3,4479 \cdot 10^{-15};$	$k_{33} = 5,0608 \cdot 10^{-23};$	$k_{43} = -2,41 \cdot 10^{-31};$		
$k_{04} = -0,5301606$	$k_{14} = -4,067683 \cdot 10^{-8}$	$k_{24} = 1,8783 \cdot 10^{-15}$	$k_{34} = -2,7441 \cdot 10^{-23}$	$k_{44} = 1,318 \cdot 10^{-31}$					
КС	0,10...90,00	318	$k_{00} = 1,0216375;$	$k_{10} = -3,316364 \cdot 10^{-9};$	$k_{20} = 1,0442 \cdot 10^{-16};$	$k_{30} = -1,2408 \cdot 10^{-24};$	$k_{40} = 5,37 \cdot 10^{-33};$	-	
			$k_{01} = 0,48915058;$	$k_{11} = -1,688494 \cdot 10^{-9};$	$k_{21} = -2,5925 \cdot 10^{-16};$	$k_{31} = 4,9025 \cdot 10^{-24};$	$k_{41} = -2,54 \cdot 10^{-32};$		
			$k_{02} = -1,2416272;$	$k_{12} = -3,425015 \cdot 10^{-8};$	$k_{22} = 2,1719 \cdot 10^{-15};$	$k_{32} = -3,3777 \cdot 10^{-23};$	$k_{42} = 1,64 \cdot 10^{-31};$		
			$k_{03} = 1,2938645;$	$k_{13} = 5,642982 \cdot 10^{-8};$	$k_{23} = -2,8506 \cdot 10^{-15};$	$k_{33} = 4,1735 \cdot 10^{-23};$	$k_{43} = -1,97 \cdot 10^{-31};$		
$k_{04} = -0,54179192$	$k_{14} = -2,030741 \cdot 10^{-8}$	$k_{24} = 9,2338 \cdot 10^{-16}$	$k_{34} = -1,2593 \cdot 10^{-23}$	$k_{44} = 5,63 \cdot 10^{-32}$					
СЗ	Н-октан + н-гекса- декан	0,10...100,00	298	$k_{00} = 1,0157078;$	$k_{10} = -1,858499 \cdot 10^{-9};$	$k_{20} = 3,4081 \cdot 10^{-17};$	$k_{30} = -1,5901 \cdot 10^{-25};$	-	
				$k_{01} = -0,1968619;$	$k_{11} = -2,580715 \cdot 10^{-10};$	$k_{21} = -1,1281 \cdot 10^{-17};$			
				$k_{02} = 0,1865287$	$k_{12} = -2,278528 \cdot 10^{-9}$	$k_{22} = 1,4954 \cdot 10^{-17}$			
				$k_{00} = 1,0170332;$	$k_{10} = -2,365109 \cdot 10^{-9};$	$k_{20} = 5,2236 \cdot 10^{-17};$	$k_{30} = -2,7682 \cdot 10^{-25};$		
$k_{01} = -0,2446379;$	$k_{11} = 9,601124 \cdot 10^{-9};$	$k_{21} = -2,6739 \cdot 10^{-16};$	$k_{31} = 1,6061 \cdot 10^{-24};$						
$k_{02} = 0,3140636$	$k_{12} = -1,483470 \cdot 10^{-8}$	$k_{22} = 3,4029 \cdot 10^{-16}$	$k_{32} = -1,8513 \cdot 10^{-24}$						
СЗ	0,10...100,00	343	$k_{00} = 1,0227294;$	$k_{10} = -2,960821 \cdot 10^{-9};$	$k_{20} = 6,3886 \cdot 10^{-17};$	$k_{30} = -3,2732 \cdot 10^{-25};$	-		
			$k_{01} = -0,2962402;$	$k_{11} = 1,0569686 \cdot 10^{-8};$	$k_{21} = -2,1691 \cdot 10^{-16};$	$k_{31} = 1,0120 \cdot 10^{-24};$			
			$k_{02} = 0,3608892$	$k_{12} = -1,281308 \cdot 10^{-8}$	$k_{22} = 1,9970 \cdot 10^{-16}$	$k_{32} = -6,1270 \cdot 10^{-25}$			
			$k_{00} = 1,0336171;$	$k_{10} = -3,347179 \cdot 10^{-9};$	$k_{20} = 6,5496 \cdot 10^{-17};$	$k_{30} = -3,1995 \cdot 10^{-25};$			
$k_{01} = -0,3476316;$	$k_{11} = 1,105537 \cdot 10^{-8};$	$k_{21} = -1,9509 \cdot 10^{-16};$	$k_{31} = 8,6062 \cdot 10^{-25};$						
$k_{02} = 0,36663211$	$k_{12} = -1,056077 \cdot 10^{-8}$	$k_{22} = 1,2418 \cdot 10^{-16}$	$k_{32} = -1,6812 \cdot 10^{-25}$						
СЗ, КС	ДТ + ПМ [14]	4,00...26,00	323	$k_{00} = 1,0906256;$	$k_{10} = -2,786000 \cdot 10^{-8};$	$k_{20} = 2,3955 \cdot 10^{-15};$	$k_{30} = -8,4287 \cdot 10^{-23};$	$k_{40} = 1,13 \cdot 10^{-30};$	-
				$k_{01} = -0,8693997;$	$k_{11} = 11,510400 \cdot 10^{-8};$	$k_{21} = -10,3058 \cdot 10^{-15};$	$k_{31} = 38,9710 \cdot 10^{-23};$	$k_{41} = -5,2 \cdot 10^{-30};$	
				$k_{02} = 2,0500910;$	$k_{12} = -29,184280 \cdot 10^{-8};$	$k_{22} = 25,6541 \cdot 10^{-15};$	$k_{32} = -97,2828 \cdot 10^{-23};$	$k_{42} = 13 \cdot 10^{-30};$	
				$k_{03} = -1,2162230$	$k_{13} = 18,953900 \cdot 10^{-8}$	$k_{23} = -16,5058 \cdot 10^{-15}$	$k_{33} = 62,5110 \cdot 10^{-23}$	$k_{43} = -8,36 \cdot 10^{-30}$	

Таблица 2

Значения коэффициентов полиномов (15) и (16), рекомендуемые для расчета скорости звука в ТС

Состав ТС	p , МПа	T , К	ε_2 , %	$K_{\text{св,ТС}}$	t_{0n}	t_{1n}	t_{2n}	t_{3n}	t_{4n}
ДТ + БДТ с поправ- кой МЭРМ [17]	0,1...100,0	293...318	0	$K_{0\%293\text{К}}$	$t_{00} = -264,01453496$;	$t_{10} = 1,45921276 \cdot 10^{-5}$;	$t_{20} = -2,78007212 \cdot 10^{-13}$;		
					$t_{01} = 3,767830856859$;	$t_{11} = -1,92313221 \cdot 10^{-7}$;	$t_{21} = 3,65551432 \cdot 10^{-15}$;		
					$t_{02} = -2,00499556 \cdot 10^{-2}$;	$t_{12} = 9,50072044 \cdot 10^{-1}$;	$t_{22} = -1,80180352 \cdot 10^{-17}$;		
					$t_{03} = 4,71812006 \cdot 10^{-5}$;	$t_{13} = -2,08518597 \cdot 10^{-12}$;	$t_{23} = 3,94564184 \cdot 10^{-20}$;		
					$t_{04} = -4,14482205 \cdot 10^{-8}$	$t_{14} = 1,71547944 \cdot 10^{-15}$	$t_{24} = -3,23885571 \cdot 10^{-23}$		
			20	$K_{20\%293\text{К}}$	$t_{00} = 852,99202554$;	$t_{10} = 3,82469932 \cdot 10^{-5}$;	$t_{20} = -3,95681833 \cdot 10^{-13}$;		
					$t_{01} = 11,00221662$;	$t_{11} = -5,01405061 \cdot 10^{-7}$;	$t_{21} = 5,187924162 \cdot 10^{-15}$;		
					$t_{02} = 5,31648592 \cdot 10^{-2}$;	$t_{12} = 2,46423992 \cdot 10^{-9}$;	$t_{22} = -2,54992970 \cdot 10^{-17}$;		
					$t_{03} = -1,14065894 \cdot 10^{-1}$;	$t_{13} = -5,38100272 \cdot 10^{-12}$;	$t_{23} = 5,56843836 \cdot 10^{-20}$;		
					$t_{04} = 9,168096488 \cdot 10^{-8}$	$t_{14} = 4,40493467 \cdot 10^{-15}$	$t_{24} = -4,55847952 \cdot 10^{-23}$		
0,1...100,0	293...318	20	20	$K_{100\%293\text{К}}$	$t_{00} = 7608,08390084$;	$t_{10} = -3,4565957 \cdot 10^{-6}$;	$t_{20} = 7,47800379 \cdot 10^{-14}$;		
					$t_{01} = -99,92640907$;	$t_{11} = 4,35117694 \cdot 10^{-8}$;	$t_{21} = -9,74096244 \cdot 10^{-16}$;		
					$t_{02} = 0,49200967$;	$t_{12} = -2,04989251 \cdot 10^{-10}$;	$t_{22} = 4,75739503 \cdot 10^{-18}$;		
					$t_{03} = -1,07631966 \cdot 10^{-3}$;	$t_{13} = 4,28330597 \cdot 10^{-13}$;	$t_{23} = -1,032503746 \cdot 10^{-20}$;		
					$t_{04} = 8,82666789 \cdot 10^{-7}$	$t_{14} = -3,34921896 \cdot 10^{-16}$	$t_{24} = 8,40239074 \cdot 10^{-24}$		
ДТ + МЭРМ [16]	0,1...300,0	293...353	0	$K_{0\%293\text{К}}$	$t_{00} = 38,17701210$;	$t_{10} = -1,81577528 \cdot 10^{-7}$;	$t_{20} = 4,01867402 \cdot 10^{-15}$;	$t_{30} = -3,12592925 \cdot 10^{-23}$;	$t_{40} = 8,27887284 \cdot 10^{-32}$;
					$t_{01} = -0,362079858$;	$t_{11} = 1,72917412 \cdot 10^{-9}$;	$t_{21} = -3,69772624 \cdot 10^{-17}$;	$t_{31} = 2,8459526 \cdot 10^{-25}$;	$t_{41} = -7,50362727 \cdot 10^{-34}$;
					$t_{02} = 1,14075896 \cdot 10^{-3}$;	$t_{12} = -5,44785122 \cdot 10^{-12}$;	$t_{22} = 1,12916716 \cdot 10^{-19}$;	$t_{32} = -8,60763174 \cdot 10^{-28}$;	$t_{42} = 2,26031816 \cdot 10^{-36}$;
					$t_{03} = -1,19349594 \cdot 10^{-6}$	$t_{13} = 5,67349314 \cdot 10^{-15}$	$t_{23} = -1,14503612 \cdot 10^{-22}$	$t_{33} = 8,66072047 \cdot 10^{-31}$	$t_{43} = -2,26690663 \cdot 10^{-39}$
			5	$K_{5\%293\text{К}}$	$t_{00} = 6,851902820$;	$t_{10} = -3,73019489 \cdot 10^{-7}$;	$t_{20} = 7,79449984 \cdot 10^{-15}$;	$t_{30} = -6,20575338 \cdot 10^{-23}$;	$t_{40} = 1,62322714 \cdot 10^{-31}$;
					$t_{01} = -6,59486086 \cdot 10^{-2}$;	$t_{11} = 3,49252143 \cdot 10^{-9}$;	$t_{21} = -7,16244993 \cdot 10^{-17}$;	$t_{31} = 5,67161836 \cdot 10^{-25}$;	$t_{41} = -1,48060426 \cdot 10^{-33}$;
					$t_{02} = 2,10481586 \cdot 10^{-4}$;	$t_{12} = -1,08504802 \cdot 10^{-11}$;	$t_{22} = 2,18679306 \cdot 10^{-19}$;	$t_{32} = -1,72321897 \cdot 10^{-27}$;	$t_{42} = 4,4908128 \cdot 10^{-36}$;
					$t_{03} = -2,22572987 \cdot 10^{-7}$	$t_{13} = 1,11796288 \cdot 10^{-14}$	$t_{23} = -2,21908649 \cdot 10^{-22}$	$t_{33} = 1,74188875 \cdot 10^{-30}$	$t_{43} = -4,53353807 \cdot 10^{-39}$
0,1...300,0	293...353	10	10	$K_{10\%293\text{К}}$	$t_{00} = 2,41819109$;	$t_{10} = 7,12686454 \cdot 10^{-8}$;	$t_{20} = 2,6387734 \cdot 10^{-23}$;	$t_{30} = 2,6387734 \cdot 10^{-23}$;	$t_{40} = -6,58014528 \cdot 10^{-32}$;
					$t_{01} = -2,47962682 \cdot 10^{-2}$;	$t_{11} = -5,97426391 \cdot 10^{-10}$;	$t_{21} = 2,63941939 \cdot 10^{-17}$;	$t_{31} = -2,44529762 \cdot 10^{-25}$;	$t_{41} = 6,11031697 \cdot 10^{-34}$;
					$t_{02} = 8,33531423 \cdot 10^{-5}$;	$t_{12} = 1,66793292 \cdot 10^{-12}$;	$t_{22} = -8,07055235 \cdot 10^{-20}$;	$t_{32} = 7,53641988 \cdot 10^{-28}$;	$t_{42} = -1,88619817 \cdot 10^{-36}$;
					$t_{03} = -9,1782250 \cdot 10^{-8}$	$t_{13} = -1,56688664 \cdot 10^{-15}$	$t_{23} = 8,23108525 \cdot 10^{-23}$	$t_{33} = -7,72843784 \cdot 10^{-31}$	$t_{43} = 1,93598881 \cdot 10^{-39}$
			100	$K_{100\%293\text{К}}$	$t_{00} = 0,71240899$;	$t_{10} = 1,40658558 \cdot 10^{-7}$;	$t_{20} = -5,2760963 \cdot 10^{-23}$;	$t_{30} = -5,2760963 \cdot 10^{-23}$;	$t_{40} = 2,13266882 \cdot 10^{-31}$;
					$t_{01} = -8,30930416 \cdot 10^{-3}$;	$t_{11} = -1,24689873 \cdot 10^{-9}$;	$t_{21} = -1,83546903 \cdot 10^{-17}$;	$t_{31} = 4,88888795 \cdot 10^{-25}$;	$t_{41} = -1,96508283 \cdot 10^{-33}$;
					$t_{02} = 3,02757662 \cdot 10^{-5}$;	$t_{12} = 3,69021395 \cdot 10^{-12}$;	$t_{22} = 5,79991168 \cdot 10^{-20}$;	$t_{32} = -1,50690139 \cdot 10^{-27}$;	$t_{42} = 6,0235542 \cdot 10^{-36}$;
					$t_{03} = -3,4862670 \cdot 10^{-8}$	$t_{13} = -3,66221268 \cdot 10^{-15}$	$t_{23} = -6,07475591 \cdot 10^{-23}$	$t_{33} = 1,5457939 \cdot 10^{-30}$	$t_{43} = -6,14674451 \cdot 10^{-39}$

ДТ + МЭСМ [16]	0,1...300,0	293...353	0	$K_{0\%293K}$	$f_{00} = 38,17701210;$ $f_{01} = -0,36207986;$ $f_{02} = 1,14075896 \cdot 10^{-3};$ $f_{03} = -1,19349594 \cdot 10^{-6}$	$f_{10} = -1,81577528 \cdot 10^{-7};$ $f_{11} = 1,7291741 \cdot 10^{-9};$ $f_{12} = -5,44785122 \cdot 10^{-12};$ $f_{13} = 5,67349314 \cdot 10^{-15}$	$f_{20} = 4,01867402 \cdot 10^{-15};$ $f_{21} = -3,69772624 \cdot 10^{-17};$ $f_{22} = 1,12916716 \cdot 10^{-19};$ $f_{23} = -1,14503612 \cdot 10^{-22}$	$f_{30} = -3,12592925 \cdot 10^{-23};$ $f_{31} = 2,8459526 \cdot 10^{-25};$ $f_{32} = -8,60763174 \cdot 10^{-28};$ $f_{33} = 8,66072047 \cdot 10^{-31}$	$f_{40} = 8,27887284 \cdot 10^{-32};$ $f_{41} = -7,50362727 \cdot 10^{-34};$ $f_{42} = 2,26031816 \cdot 10^{-36};$ $f_{43} = -2,266906663 \cdot 10^{-39}$	
	0,1...300,0	293...353	5,00	$K_{5\%293K}$	$f_{00} = 4,148433928;$ $f_{01} = -4,082406396 \cdot 10^{-2};$ $f_{02} = 1,32774958 \cdot 10^{-4};$ $f_{03} = -1,42546522 \cdot 10^{-7}$	$f_{10} = 4,61837247 \cdot 10^{-8};$ $f_{11} = -3,86742814 \cdot 10^{-10};$ $f_{12} = 1,08579619 \cdot 10^{-12};$ $f_{13} = -1,03692651 \cdot 10^{-15}$	$f_{20} = -5,35214173 \cdot 10^{-16};$ $f_{21} = 5,25180891 \cdot 10^{-18};$ $f_{22} = -1,72447981 \cdot 10^{-20};$ $f_{23} = 1,89587121 \cdot 10^{-23}$	$f_{30} = -1,42545915 \cdot 10^{-24};$ $f_{31} = 8,767706427 \cdot 10^{-27};$ $f_{32} = -1,3140942 \cdot 10^{-29};$ $f_{33} = -6,0993286 \cdot 10^{-34}$	$f_{40} = 1,9812612425 \cdot 10^{-32};$ $f_{41} = -1,705681315 \cdot 10^{-34};$ $f_{42} = 4,8619865806 \cdot 10^{-37};$ $f_{43} = -4,602023662 \cdot 10^{-40}$	
	0,1...300,0	293...353	10,00	$K_{10\%293K}$	$f_{00} = 7,85760735;$ $f_{01} = -7,51353087 \cdot 10^{-2};$ $f_{02} = 2,38110968 \cdot 10^{-4};$ $f_{03} = -2,49845395 \cdot 10^{-7}$	$f_{10} = 1,2442141 \cdot 10^{-7};$ $f_{11} = -1,16894217 \cdot 10^{-9};$ $f_{12} = 3,68568446 \cdot 10^{-12};$ $f_{13} = -3,9093004 \cdot 10^{-15}$	$f_{20} = -5,062020892 \cdot 10^{-15};$ $f_{21} = 4,91174861 \cdot 10^{-17}$ $f_{22} = -1,58656393 \cdot 10^{-19};$ $f_{23} = 1,70594403 \cdot 10^{-22}$	$f_{30} = 5,24160855 \cdot 10^{-23};$ $f_{31} = -5,08644884 \cdot 10^{-25};$ $f_{32} = 1,641067569 \cdot 10^{-27};$ $f_{33} = -1,75986212 \cdot 10^{-30}$	$f_{40} = -1,5765069 \cdot 10^{-31};$ $f_{41} = 1,5277845505 \cdot 10^{-33};$ $f_{42} = -4,921161394 \cdot 10^{-36};$ $f_{43} = 5,2670700954 \cdot 10^{-39}$	
	0,1...300,0	293...353	100	$K_{100\%293K}$	$f_{00} = 1,00190912;$ $f_{01} = -8,81063724 \cdot 10^{-3};$ $f_{02} = 2,49361419 \cdot 10^{-5};$ $f_{03} = -2,23082086 \cdot 10^{-8}$	$f_{10} = 1,20855238 \cdot 10^{-5};$ $f_{11} = -1,14049672 \cdot 10^{-7};$ $f_{12} = 3,577668324 \cdot 10^{-10};$ $f_{13} = -3,73021601 \cdot 10^{-13}$	$f_{20} = -3,84968685 \cdot 10^{-13};$ $f_{21} = 3,63620462 \cdot 10^{-15};$ $f_{22} = -1,14159271 \cdot 10^{-17};$ $f_{23} = 1,19110101 \cdot 10^{-20}$	$f_{30} = 3,697214563 \cdot 10^{-21};$ $f_{31} = -3,49291124 \cdot 10^{-23};$ $f_{32} = 1,096812131 \cdot 10^{-25};$ $f_{33} = -1,14456345 \cdot 10^{-28}$	$f_{40} = -1,073673865 \cdot 10^{-29};$ $f_{41} = 1,0145154168 \cdot 10^{-31};$ $f_{42} = -3,186200613 \cdot 10^{-34};$ $f_{43} = 3,325408038 \cdot 10^{-37}$	
	Этанол + н-гептан [15]	0,1...90,0	293...318	0	$K_{0\%293K}$	$f_{00} = 707,79855892;$ $f_{01} = -9,99489934;$ $f_{02} = 5,26391797 \cdot 10^{-2};$ $f_{03} = -1,22621180 \cdot 10^{-4};$ $f_{04} = 1,06657261 \cdot 10^{-7}$	$f_{10} = -3,98910726 \cdot 10^{-5};$ $f_{11} = 5,52453869 \cdot 10^{-7};$ $f_{12} = -2,85948891 \cdot 10^{-9};$ $f_{13} = 6,55812031 \cdot 10^{-12};$ $f_{14} = -5,62478940 \cdot 10^{-15}$	$f_{20} = 1,02154427 \cdot 10^{-11};$ $f_{21} = -1,35622768 \cdot 10^{-13};$ $f_{22} = 6,74826556 \cdot 10^{-16};$ $f_{23} = -1,49150631 \cdot 10^{-18};$ $f_{24} = 1,23551773 \cdot 10^{-21}$	$f_{30} = -2,50159322 \cdot 10^{-19};$ $f_{31} = 3,312173424 \cdot 10^{-21};$ $f_{32} = -1,64369269 \cdot 10^{-23};$ $f_{33} = 3,623486179 \cdot 10^{-26};$ $f_{34} = -2,99396333 \cdot 10^{-29}$	$f_{40} = 1,6032931296 \cdot 10^{-27};$ $f_{41} = -2,12094785 \cdot 10^{-29};$ $f_{42} = 1,0516348666 \cdot 10^{-31};$ $f_{43} = -2,316352074 \cdot 10^{-34};$ $f_{44} = 1,91233333334 \cdot 10^{-37}$
		0,1...90,0	293...318	8,43	$K_{8,43\%293K}$	$f_{00} = 19363,48057958;$ $f_{01} = -253,45833426;$ $f_{02} = 1,24375029;$ $f_{03} = -2,71175776 \cdot 10^{-3};$ $f_{04} = 2,21653672 \cdot 10^{-6}$	$f_{10} = -2,40060735 \cdot 10^{-4};$ $f_{11} = 3,13421531 \cdot 10^{-6};$ $f_{12} = -1,53405804 \cdot 10^{-8};$ $f_{13} = 3,3361794031 \cdot 10^{-11};$ $f_{14} = -2,71999909 \cdot 10^{-14}$	$f_{20} = 1,331977945 \cdot 10^{-12};$ $f_{21} = -1,739361796 \cdot 10^{-14};$ $f_{22} = 8,51506740 \cdot 10^{-17};$ $f_{23} = -1,85217493 \cdot 10^{-19};$ $f_{24} = 1,51039352 \cdot 10^{-22}$	$f_{30} = -2,50159322 \cdot 10^{-19};$ $f_{31} = 3,312173424 \cdot 10^{-21};$ $f_{32} = -1,64369269 \cdot 10^{-23};$ $f_{33} = 3,623486179 \cdot 10^{-26};$ $f_{34} = -2,99396333 \cdot 10^{-29}$	$f_{40} = 1,6032931296 \cdot 10^{-27};$ $f_{41} = -2,12094785 \cdot 10^{-29};$ $f_{42} = 1,0516348666 \cdot 10^{-31};$ $f_{43} = -2,316352074 \cdot 10^{-34};$ $f_{44} = 1,91233333334 \cdot 10^{-37}$
		0,1...90,0	293...318	18,77	$K_{18,77\%293K}$	$f_{00} = 24782,95098093;$ $f_{01} = -324,16176198;$ $f_{02} = 1,58954605;$ $f_{03} = -3,46317943 \cdot 10^{-3};$ $f_{04} = 2,82867519 \cdot 10^{-6}$	$f_{10} = -3,31897212 \cdot 10^{-4};$ $f_{11} = 4,33204442 \cdot 10^{-6};$ $f_{12} = -2,11974591 \cdot 10^{-8};$ $f_{13} = 4,60856666 \cdot 10^{-11};$ $f_{14} = -3,75626699 \cdot 10^{-14}$	$f_{20} = 1,96099923 \cdot 10^{-12};$ $f_{21} = -2,5604158399 \cdot 10^{-14};$ $f_{22} = 1,253264331 \cdot 10^{-16};$ $f_{23} = -2,72561312 \cdot 10^{-19};$ $f_{24} = 2,22225217 \cdot 10^{-22}$	$f_{30} = -2,50159322 \cdot 10^{-19};$ $f_{31} = 3,312173424 \cdot 10^{-21};$ $f_{32} = -1,64369269 \cdot 10^{-23};$ $f_{33} = 3,623486179 \cdot 10^{-26};$ $f_{34} = -2,99396333 \cdot 10^{-29}$	$f_{40} = 1,6032931296 \cdot 10^{-27};$ $f_{41} = -2,12094785 \cdot 10^{-29};$ $f_{42} = 1,0516348666 \cdot 10^{-31};$ $f_{43} = -2,316352074 \cdot 10^{-34};$ $f_{44} = 1,91233333334 \cdot 10^{-37}$
		0,1...90,0	293...318	29,84	$K_{29,84\%293K}$	$f_{00} = 19106,34408438;$ $f_{01} = -250,02228285;$ $f_{02} = 1,22654154;$ $f_{03} = -2,67347719 \cdot 10^{-3};$ $f_{04} = 2,18462745 \cdot 10^{-6}$	$f_{10} = -2,47848253 \cdot 10^{-4};$ $f_{11} = 3,23464079 \cdot 10^{-6};$ $f_{12} = -1,58257488 \cdot 10^{-8};$ $f_{13} = 3,44025895 \cdot 10^{-11};$ $f_{14} = -2,80365993 \cdot 10^{-14}$	$f_{20} = 1,489434589 \cdot 10^{-12};$ $f_{21} = -1,9447785 \cdot 10^{-14};$ $f_{22} = 9,519466877 \cdot 10^{-17};$ $f_{23} = -2,07033730 \cdot 10^{-19};$ $f_{24} = 1,68801212 \cdot 10^{-22}$	$f_{30} = -2,50159322 \cdot 10^{-19};$ $f_{31} = 3,312173424 \cdot 10^{-21};$ $f_{32} = -1,64369269 \cdot 10^{-23};$ $f_{33} = 3,623486179 \cdot 10^{-26};$ $f_{34} = -2,99396333 \cdot 10^{-29}$	$f_{40} = 1,6032931296 \cdot 10^{-27};$ $f_{41} = -2,12094785 \cdot 10^{-29};$ $f_{42} = 1,0516348666 \cdot 10^{-31};$ $f_{43} = -2,316352074 \cdot 10^{-34};$ $f_{44} = 1,91233333334 \cdot 10^{-37}$

Окончание табл. 2

Состав ТС	p , МПа	T , К	ε_2 , %	$K_{\Sigma T_0}$	t_{0n}	t_{1n}	t_{2n}	t_{3n}	t_{4n}
Этанол + н-гексан [15]	0,1...90,0	293...318	50,34	$K_{50,34\%293K}$	$t_{00} = 2920,74356876844$;	$t_{10} = -1,773163873 \cdot 10^{-4}$;	$t_{20} = 8,94691076 \cdot 10^{-12}$;	$t_{30} = -1,42823094 \cdot 10^{-19}$;	$t_{40} = 7,0867855172 \cdot 10^{-28}$;
					$t_{01} = -38,64503706763$;	$t_{11} = 2,349672143 \cdot 10^{-6}$;	$t_{21} = -1,18666697 \cdot 10^{-13}$;	$t_{31} = 1,895360285 \cdot 10^{-21}$;	$t_{41} = -9,41243987 \cdot 10^{-30}$;
					$t_{02} = 0,19166818357603$;	$t_{12} = -1,167449678 \cdot 10^{-8}$;	$t_{22} = 5,901494425 \cdot 10^{-16}$;	$t_{32} = -9,43116391 \cdot 10^{-24}$;	$t_{42} = 4,6874402029 \cdot 10^{-32}$;
					$t_{03} = -4,223345195 \cdot 10^{-4}$;	$t_{13} = 2,577744161 \cdot 10^{-11}$;	$t_{23} = -1,30426379 \cdot 10^{-18}$;	$t_{33} = 2,085497811 \cdot 10^{-26}$;	$t_{43} = -1,037383712 \cdot 10^{-34}$;
$t_{04} = 3,4884838026 \cdot 10^{-7}$;	$t_{14} = -2,13422107 \cdot 10^{-14}$;	$t_{24} = 1,08083738 \cdot 10^{-21}$;	$t_{34} = -1,72919467 \cdot 10^{-29}$;	$t_{44} = 8,6085639283 \cdot 10^{-38}$;					
0,1...90,0	293...318	59,55	$K_{59,55\%293K}$	$t_{00} = -604,572692752861$;	$t_{10} = -2,558369344 \cdot 10^{-4}$;	$t_{20} = 1,45205799 \cdot 10^{-11}$;	$t_{30} = -2,27413968 \cdot 10^{-19}$;	$t_{40} = 1,0846598793 \cdot 10^{-27}$;	
				$t_{01} = 7,41832400339325$;	$t_{11} = 3,407896701 \cdot 10^{-6}$;	$t_{21} = -1,93126445 \cdot 10^{-13}$;	$t_{31} = 3,02721179 \cdot 10^{-21}$;	$t_{41} = -1,446206382 \cdot 10^{-29}$;	
				$t_{02} = -3,397117723 \cdot 10^{-2}$;	$t_{12} = -1,701846109 \cdot 10^{-8}$;	$t_{22} = 9,62999841 \cdot 10^{-16}$;	$t_{32} = -1,51074626 \cdot 10^{-23}$;	$t_{42} = 7,2290170945 \cdot 10^{-32}$;	
				$t_{03} = 6,8758494367 \cdot 10^{-5}$;	$t_{13} = 3,77622375 \cdot 10^{-11}$;	$t_{23} = -2,13366645 \cdot 10^{-18}$;	$t_{33} = 3,35004991 \cdot 10^{-26}$;	$t_{43} = -1,60556517 \cdot 10^{-34}$;	
$t_{04} = -5,18502586 \cdot 10^{-8}$;	$t_{14} = -3,14137698 \cdot 10^{-14}$;	$t_{24} = 1,77239243 \cdot 10^{-21}$;	$t_{34} = -2,78508176 \cdot 10^{-29}$;	$t_{44} = 1,3368775035 \cdot 10^{-37}$;					
0,1...90,0	293...318	69,46	$K_{69,46\%293K}$	$t_{00} = -657,438988745397$;	$t_{10} = -3,711091185 \cdot 10^{-4}$;	$t_{20} = 1,86651546 \cdot 10^{-11}$;	$t_{30} = -2,27413968 \cdot 10^{-19}$;	$t_{40} = 1,0846598793 \cdot 10^{-27}$;	
				$t_{01} = 8,1730807136638$;	$t_{11} = 4,940102878 \cdot 10^{-6}$;	$t_{21} = -2,48594826 \cdot 10^{-13}$;	$t_{31} = 3,02721179 \cdot 10^{-21}$;	$t_{41} = -1,446206382 \cdot 10^{-29}$;	
				$t_{02} = -3,798413654 \cdot 10^{-2}$;	$t_{12} = -2,465314263 \cdot 10^{-8}$;	$t_{22} = 1,241233866 \cdot 10^{-15}$;	$t_{32} = -1,51074626 \cdot 10^{-23}$;	$t_{42} = 7,2290170945 \cdot 10^{-32}$;	
				$t_{03} = 7,8185608707 \cdot 10^{-5}$;	$t_{13} = 5,466383342 \cdot 10^{-11}$;	$t_{23} = -2,75361906 \cdot 10^{-18}$;	$t_{33} = 3,35004991 \cdot 10^{-26}$;	$t_{43} = -1,60556517 \cdot 10^{-34}$;	
$t_{04} = -6,011292102 \cdot 10^{-8}$;	$t_{14} = -4,54398728 \cdot 10^{-14}$;	$t_{24} = 2,29012099 \cdot 10^{-21}$;	$t_{34} = -2,78508176 \cdot 10^{-29}$;	$t_{44} = 1,3368775035 \cdot 10^{-37}$;					
0,1...90,0	293...318	77,21	$K_{77,21\%293K}$	$t_{00} = 1186,03983303888$;	$t_{10} = -4,400193026 \cdot 10^{-4}$;	$t_{20} = 1,949486105 \cdot 10^{-11}$;	$t_{30} = -2,73268746 \cdot 10^{-19}$;	$t_{40} = 1,220329034 \cdot 10^{-27}$;	
				$t_{01} = -15,8340823604584$;	$t_{11} = 5,846884556 \cdot 10^{-6}$;	$t_{21} = -2,597604961 \cdot 10^{-13}$;	$t_{31} = 3,647285716 \cdot 10^{-21}$;	$t_{41} = -1,634045776 \cdot 10^{-29}$;	
				$t_{02} = 7,921652235 \cdot 10^{-2}$;	$t_{12} = -2,912648095 \cdot 10^{-8}$;	$t_{22} = 1,29752986 \cdot 10^{-15}$;	$t_{32} = -1,82487541 \cdot 10^{-23}$;	$t_{42} = 8,2016437001 \cdot 10^{-32}$;	
				$t_{03} = -1,760242325 \cdot 10^{-4}$;	$t_{13} = 6,446892053 \cdot 10^{-11}$;	$t_{23} = -2,87965210 \cdot 10^{-18}$;	$t_{33} = 4,056649381 \cdot 10^{-26}$;	$t_{43} = -1,828835417 \cdot 10^{-34}$;	
$t_{04} = 1,4658756853 \cdot 10^{-7}$;	$t_{14} = -5,34968061 \cdot 10^{-14}$;	$t_{24} = 2,39583055 \cdot 10^{-21}$;	$t_{34} = -3,38055204 \cdot 10^{-29}$;	$t_{44} = 1,528624665 \cdot 10^{-37}$;					
0,1...90,0	293...318	87,86	$K_{87,86\%293K}$	$t_{00} = 3542,47415740175$;	$t_{10} = -4,043331768 \cdot 10^{-4}$;	$t_{20} = 1,55668821 \cdot 10^{-11}$;	$t_{30} = -2,68443389 \cdot 10^{-19}$;	$t_{40} = 1,1296144229 \cdot 10^{-27}$;	
				$t_{01} = -46,521630339202$;	$t_{11} = 5,356131834 \cdot 10^{-6}$;	$t_{21} = -2,07226577 \cdot 10^{-13}$;	$t_{31} = 3,589098356 \cdot 10^{-21}$;	$t_{41} = -1,517815155 \cdot 10^{-29}$;	
				$t_{02} = 0,22903261944691$;	$t_{12} = -2,660040246 \cdot 10^{-8}$;	$t_{22} = 1,03415113 \cdot 10^{-15}$;	$t_{32} = -1,3549307 \cdot 10^{-23}$;	$t_{42} = 5,502527533 \cdot 10^{-32}$;	
				$t_{03} = -5,009844589 \cdot 10^{-4}$;	$t_{13} = 5,87000269 \cdot 10^{-11}$;	$t_{23} = -2,29300117 \cdot 10^{-18}$;	$t_{33} = 3,017435796 \cdot 10^{-26}$;	$t_{43} = -1,232726945 \cdot 10^{-34}$;	
$t_{04} = 4,1082260104 \cdot 10^{-7}$;	$t_{14} = -4,85642663 \cdot 10^{-14}$;	$t_{24} = 1,90599214 \cdot 10^{-21}$;	$t_{34} = -2,51890656 \cdot 10^{-29}$;	$t_{44} = 1,035004623 \cdot 10^{-37}$;					
0,1...90,0	293...318	100	$K_{100\%293K}$	$t_{00} = -1098,84715661474$;	$t_{10} = 2,91791959 \cdot 10^{-5}$;	$t_{20} = 1,47924409 \cdot 10^{-12}$;	$t_{30} = -5,76265327 \cdot 10^{-20}$;	$t_{40} = 4,558814376 \cdot 10^{-28}$;	
				$t_{01} = 14,1048442683234$;	$t_{11} = -4,05876467 \cdot 10^{-7}$;	$t_{21} = -1,833333282 \cdot 10^{-14}$;	$t_{31} = 7,396687953 \cdot 10^{-22}$;	$t_{41} = -5,898826936 \cdot 10^{-30}$;	
				$t_{02} = -6,784505299 \cdot 10^{-2}$;	$t_{12} = 2,110867342 \cdot 10^{-9}$;	$t_{22} = 8,48338525 \cdot 10^{-17}$;	$t_{32} = -3,55668757 \cdot 10^{-24}$;	$t_{42} = 2,860489004 \cdot 10^{-32}$;	
				$t_{03} = 1,4493233128 \cdot 10^{-4}$;	$t_{13} = -4,86555656 \cdot 10^{-12}$;	$t_{23} = -1,73631860 \cdot 10^{-19}$;	$t_{33} = 7,593249222 \cdot 10^{-27}$;	$t_{43} = -6,161161482 \cdot 10^{-35}$;	
$t_{04} = -1,160147903 \cdot 10^{-7}$;	$t_{14} = 4,19451603 \cdot 10^{-15}$;	$t_{24} = 1,32541967 \cdot 10^{-22}$;	$t_{34} = -6,07283333 \cdot 10^{-30}$;	$t_{44} = 4,973333333 \cdot 10^{-38}$;					
Н-октан + н-гекса- декан [19]	0,1...100,0	298...383	0	$K_{0\%298K}$	$t_{00} = -3,45018492644443$;	$t_{10} = 0,186415416 \cdot 10^{-6}$;	$t_{20} = -5,73398036 \cdot 10^{-15}$;	$t_{30} = 4,55070103 \cdot 10^{-23}$;	$t_{40} = -$
					$t_{01} = 3,3002014166 \cdot 10^{-2}$;	$t_{11} = -1,678752272 \cdot 10^{-9}$;	$t_{21} = 4,94699272 \cdot 10^{-17}$;	$t_{31} = -3,93626903 \cdot 10^{-25}$;	$t_{41} = -$
					$t_{02} = -1,053813913 \cdot 10^{-4}$;	$t_{12} = 5,076560128 \cdot 10^{-12}$;	$t_{22} = -1,42376780 \cdot 10^{-19}$;	$t_{32} = 1,13284 \cdot 10^{-27}$;	$t_{42} = -$
					$t_{03} = 1,1237203984 \cdot 10^{-7}$;	$t_{13} = -5,17512212 \cdot 10^{-15}$;	$t_{23} = 1,37368440 \cdot 10^{-22}$;	$t_{33} = -1,08849 \cdot 10^{-30}$;	$t_{43} = -$

Н-октан + н-гекса- декан [19]	0,1...100,0	298...383	12,20	$K_{12,20\%298K}$	$f_{00} = -2,1120948401745;$ $f_{01} = 2,051035986 \cdot 10^{-2};$ $f_{02} = -6,607385369 \cdot 10^{-5};$ $f_{03} = 7,057596243 \cdot 10^{-8}$	$f_{10} = -0,17718809 \cdot 10^{-6};$ $f_{11} = 1,45935831 \cdot 10^{-9};$ $f_{12} = -3,92702058 \cdot 10^{-12};$ $f_{13} = 3,44022653 \cdot 10^{-15}$	$t_{20} = 5,32334827 \cdot 10^{-15};$ $t_{21} = -4,59537799 \cdot 10^{-17};$ $t_{22} = 1,307209738 \cdot 10^{-19};$ $t_{23} = -1,22358260 \cdot 10^{-22}$	$f_{30} = -3,67240725 \cdot 10^{-23};$ $f_{31} = 3,20754458 \cdot 10^{-25};$ $f_{32} = -9,2511236 \cdot 10^{-28};$ $f_{33} = 8,8029 \cdot 10^{-31}$	-
	0,1...100,0	298...383	27,10	$K_{27,10\%298K}$	$f_{00} = -2,3710782763891;$ $f_{01} = 2,163753364 \cdot 10^{-2};$ $f_{02} = -6,5254950141 \cdot 10^{-5};$ $f_{03} = 6,491937167 \cdot 10^{-8}$	$f_{10} = -0,383388274 \cdot 10^{-6};$ $f_{11} = 3,23370509 \cdot 10^{-9};$ $f_{12} = -9,01811663 \cdot 10^{-12};$ $f_{13} = 8,33611861 \cdot 10^{-15}$	$t_{20} = 1,15048994 \cdot 10^{-14};$ $t_{21} = -9,87883337 \cdot 10^{-17};$ $t_{22} = 2,80596340 \cdot 10^{-19};$ $t_{23} = -2,63936106 \cdot 10^{-22}$	$f_{30} = -8,690005890 \cdot 10^{-23};$ $f_{31} = 7,52931999 \cdot 10^{-25};$ $f_{32} = -2,16000141 \cdot 10^{-27};$ $f_{33} = 2,05371 \cdot 10^{-30}$	-
	0,1...100,0	298...383	45,50	$K_{45,50\%298K}$	$f_{00} = -5,56369334030305;$ $f_{01} = 4,788997966 \cdot 10^{-2};$ $f_{02} = -1,35847587559 \cdot 10^{-4};$ $f_{03} = 1,2682706453 \cdot 10^{-7}$	$f_{10} = -0,27707101 \cdot 10^{-6};$ $f_{11} = 2,30158926 \cdot 10^{-9};$ $f_{12} = -6,34460471 \cdot 10^{-12};$ $f_{13} = 5,84313208 \cdot 10^{-15}$	$t_{20} = 8,026573589 \cdot 10^{-15};$ $t_{21} = -6,736247706 \cdot 10^{-17};$ $t_{22} = 1,86984374 \cdot 10^{-19};$ $t_{23} = -1,72234080 \cdot 10^{-22};$	$f_{30} = -7,26081294 \cdot 10^{-23};$ $f_{31} = 6,18499659 \cdot 10^{-25};$ $f_{32} = -1,744922 \cdot 10^{-27};$ $f_{33} = 1,63449 \cdot 10^{-30}$	-
	0,1...100,0	298...383	69,00	$K_{69,00\%298K}$	$f_{00} = -14,2578441502426;$ $f_{01} = 0,121370105703737;$ $f_{02} = -3,41075169016 \cdot 10^{-4};$ $f_{03} = 3,1659773552 \cdot 10^{-7}$	$f_{10} = 0,43877255 \cdot 10^{-6};$ $f_{11} = -3,90800195 \cdot 10^{-9};$ $f_{12} = 1,14695916 \cdot 10^{-11};$ $f_{13} = -1,10621656 \cdot 10^{-14}$	$t_{20} = -1,427287018 \cdot 10^{-14};$ $t_{21} = 1,281258579 \cdot 10^{-16};$ $t_{22} = -3,80437972 \cdot 10^{-19};$ $t_{23} = 3,73189150 \cdot 10^{-22}$	$f_{30} = 6,818938003 \cdot 10^{-23};$ $f_{31} = -6,26885436 \cdot 10^{-25};$ $f_{32} = 1,902882 \cdot 10^{-27};$ $f_{33} = -1,90304 \cdot 10^{-30}$	-
	0,1...100,0	298...383	100	$K_{100\%298K}$	$f_{00} = -33,6481070281;$ $f_{01} = 0,286851104921531;$ $f_{02} = -8,09239843818 \cdot 10^{-4};$ $f_{03} = 7,5688076626 \cdot 10^{-7}$	$f_{10} = 2,37836235 \cdot 10^{-6};$ $f_{11} = -2,07113702 \cdot 10^{-8};$ $f_{12} = 5,96766522 \cdot 10^{-11};$ $f_{13} = -5,690572 \cdot 10^{-14}$	$t_{20} = -7,43289076 \cdot 10^{-14};$ $t_{21} = 6,525630569 \cdot 10^{-16};$ $t_{22} = -1,89741404 \cdot 10^{-18};$ $t_{23} = 1,82758177 \cdot 10^{-21}$	$f_{30} = 4,6418716 \cdot 10^{-22};$ $f_{31} = -4,11201486 \cdot 10^{-24};$ $f_{32} = 1,2064308 \cdot 10^{-26};$ $f_{33} = -1,172083 \cdot 10^{-29}$	-

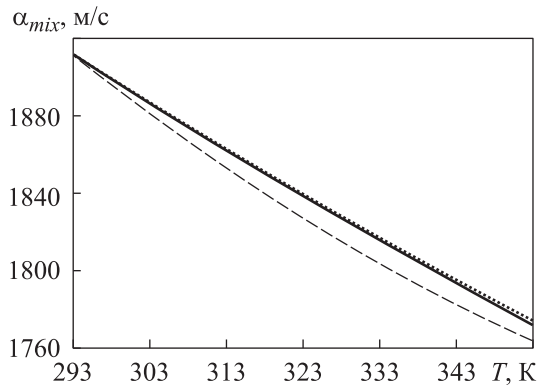


Рис. 4. Экспериментальная (.....), расчетная (---) и скорректированная (—) зависимости скорости звука α_{mix} от температуры T смеси ДТ и 10%-ного МЭРМ при давлении $p = 150$ МПа

Как видно из рис. 4, применение аппроксимации коэффициентов коррекции в функции температуры позволяет значительно сблизить расчетные значения скорости звука в ТС с экспериментальными. В рассматриваемом случае наблюдается практически полное совпадение расчетных и экспериментальных данных.

Аппроксимация расчетных значений коэффициентов коррекции по полиномам (11), (12) и поправки по полиномам (15), (16) предоставляет возможность вычисления корректирующих коэффициентов для ТС. Это позволяет использовать простые зависимости (11), (12), (15) и (16) в условиях маршевого счета.

С помощью предложенной методики обработаны некоторые смеси топлив и других жидкостей. Значения экспериментально полученных коэффициентов полиномов (15) и (16), рекомендуемые для расчета скорости звука в ТС, приведены в табл. 2, где ε_2 — содержание второго указанного компонента в ТС; $k_{\varepsilon_2 T_0}$ — значение коэффициента поправки из формулы (17), заимствованное из табл. 1. Использование рекомендованных коэффициентов показало эффективность методики (рис. 4).

Выражения (11), (12), (15) и (16) справедливы для корректировки упругих свойств двухкомпонентных ТС. Аналогичные процедуры можно провести и для более сложного смесивого состава, однако потребуются экспериментальные данные по таким ТС.

Из табл. 1 и 2 следует, что аппроксимирующие полиномы для расчета коэффициентов коррекции в некоторых случаях имеют высокий порядок и разрядность, что направлено на

сохранение точности описания их поведения. Точность записи коэффициентов можно снизить, но это требует анализа.

Поиск рекомендованных соотношений для рассмотренных ТС выполнен с помощью авторских программ и программы Excel, благодаря чему этот процесс был автоматизирован и ускорен. Формализация работы позволяет в короткие сроки создать базу рекомендуемых коэффициентов коррекции по различным ТС.

Выводы

1. Выбранная форма УС (1) пригодна для расчета упругих свойств ТС и отвечает требованиям, предъявляемым к расчету процессов в высоконапорной топливной аппаратуре двигателей внутреннего сгорания.

2. УС (1) в расчетах топливоподачи имеет безусловное преимущество перед традиционными эмпирическими полиномами в возможности вычисления свойств ТС. Для этого предназначены соотношения (4)–(6), в которых заложена концепция дисперсионной среды, т. е. независимого поведения компонентов ТС. Она характеризуется простотой и достоверностью описания состояния ТС при высоком давлении, хотя и не учитывает тонкие физико-химические особенности взаимодействия компонентов ТС. Максимальная ошибка такого описания наблюдается при соизмеримых содержаниях компонентов в ТС и малых давлениях. В рассмотренных ТС эта ошибка приводила к занижению скорости звука, достигая 2,0...3,5 %.

3. Предложенный метод корректировки упругих свойств смесей ТС (8)–(14) рекомендован для расчета топливоподачи с давлением 50...300 МПа и температурой 293...353 К. По степени важности использования коррекции для простейшего расчета состояния ТС по зависимостям (4)–(6), можно заключить следующее:

- наибольшее значение в минимизации ошибок вычислений упругих свойств (плотности, скорости звука, коэффициента сжимаемости) в функции состава и давления ТС имеют коэффициенты коррекции (11), (12);

- дальнейшее повышение точности вычислений, актуальных для расчета топливоподачи, возможно с учетом коэффициентов коррекции, отражающих совместное нелинейное влияние температуры и давления ТС (15)–(17);

• несмотря на громоздкость, предложенные коэффициенты коррекции просты для вычислений и пригодны для маршевого счета в математических моделях подачи топлива в линии высокого давления.

Литература

- [1] Londhekar Atul G., Kongre S.C. Effects of different additives on performance and emission of biodiesel fuelled compression ignition engine. *Int. J. Sci. Res.*, 2017, vol. 6, no. 2, pp. 1947–1952.
- [2] Knothe G., Razon L.F. Biodiesel fuels. *Prog. Energy Combust. Sci.*, 2017, vol. 58, pp. 36–59, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pecs.2016.08.001>
- [3] Bhat S.N., Shenoy S., Dinesha P. Effect of bio-ethanol on the performance and emission of a biodiesel fueled compression ignition engine. *MATEC Web Conf.*, 2018, vol. 144, art. 04017, doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201814404017>
- [4] Peterson C.L. Vegetable oil as a diesel fuel: status and research priorities. *Trans. ASAE*, 1986, vol. 29, no. 5, pp. 1413–1422, doi: <https://doi.org/10.13031/2013.30330>
- [5] Hoekman S.K., Broch A., Robbins C. et al. Review of biodiesel composition, properties, and specifications. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 2012, vol. 16, no. 1, pp. 143–169, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.143>
- [6] Subramanian T., Geo V.E., Jesu M.L. et al. Effects of low carbon bio fuel blends with karanja oil methyl ester in a single cylinder CI engine on CO₂ emission and other performance and emission characteristics. *Nat. Environ. Pollut. Technol.*, 2016, vol. 15, no. 4, pp. 1249–1256.
- [7] Karagöz Y., Sandalc T., Koylu U.O. et al. Effect of the use of natural gas-diesel fuel mixture on performance, emissions, and combustion characteristics of a compression ignition engine. *Adv. Mech. Eng.*, 2016, vol. 8, no. 4, doi: <https://doi.org/10.1177/1687814016643228>
- [8] Грехов Л.В., Марков В.А., Арсенов Н.А. и др. Расчет и корректировка упругих свойств моторных топлив и других жидкостей. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, № 7, 2022, с. 49–67, doi: <https://doi.org/10.18698/0536-1044-2022-7-49-67>
- [9] Tammann G.H.J.A. *Ueber die Beziehungen zwischen den inneren Krafte und Eigenschaften der Losungen*. Leipzig, L.Voss, 1907. 202 p.
- [10] Schaschke C., Fletcher I., Glen N. Density and viscosity measurement of diesel fuels at combined high pressure and elevated temperature. *Processes*, 2013, vol. 1, no. 2, pp. 30–48, doi: <https://doi.org/10.3390/pr1020030>
- [11] Redlich O., Kwong J.N. On the thermodynamics of solutions. V. An equation of state. Fugacities of gaseous solutions. *Chem. Rev.*, 1949, vol. 44, no. 1, pp. 233–244, doi: <https://doi.org/10.1021/cr60137a013>
- [12] Калиновский Ю.В., Садреев Э.А. Расчет влагосодержания основных компонентов природного газа и их растворимостей в воде по кубическим уравнениям состояния. *Вестн газовой науки*, 2012, № 3, с. 61–75. (In Russ.).
- [13] Cole R.H. *Underwater explosions*. Princeton Univ. Press, 1948. 437 p.
- [14] Kurapin A.V., Salykin E.A., Tshibanda K.E. Indicator analysis of injection process of different composition mixtures of diesel fuel and palm oil at changing of speed mode of diesel engine. *Proc. ICIE. Springer*, 2021, pp. 720–729, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-54817-9_83
- [15] Dzida M., Żak A., Ernst S. Thermodynamic and acoustic properties of binary mixtures of alcohols and alkanes. I. Speed of sound in (ethanol+n-heptane) under elevated pressures. *J. Chem. Thermodyn.*, 2005, vol. 37, no. 5, pp. 405–414, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jct.2004.10.001>
- [16] Giuliano Albo P.A., Lago S. Experimental speed-of-sound measurements of pure fatty acids methyl ester, mineral diesel and blends in a wide range of temperature and for pressures up to 300 MPa. *Fuel*, 2014, vol. 115, pp. 740–748, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2013.07.103>
- [17] Dzida M., Prusakiewicz P. The effect of temperature and pressure on the physicochemical properties of petroleum diesel oil and biodiesel fuel. *Fuel*, 2008, vol. 87, no. 10–11, pp. 1941–1948, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2007.10.010>

- [18] Torres-Jimenez E., Dorado M.P., Kegl B. Experimental investigation on injection characteristics of bioethanol–diesel fuel and bioethanol–biodiesel blends. *Fuel*, 2011, vol. 90, no. 5, pp. 1968–1979, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2010.11.042>
- [19] Dashti H.H., Riazi M.R. Acoustic velocities in petroleum fluids: measurement and prediction. *J. Pet. Sci. Eng.*, 2014, vol. 124, pp. 94–104, doi: <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2014.10.013>

References

- [1] Londhekar Atul G., Kongre S.C. Effects of different additives on performance and emission of biodiesel fuelled compression ignition engine. *Int. J. Sci. Res.*, 2017, vol. 6, no. 2, pp. 1947–1952.
- [2] Knothe G., Razon L.F. Biodiesel fuels. *Prog. Energy Combust. Sci.*, 2017, vol. 58, pp. 36–59, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.peccs.2016.08.001>
- [3] Bhat S.N., Shenoy S., Dinesha P. Effect of bio-ethanol on the performance and emission of a biodiesel fueled compression ignition engine. *MATEC Web Conf.*, 2018, vol. 144, art. 04017, doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201814404017>
- [4] Peterson C.L. Vegetable oil as a diesel fuel: status and research priorities. *Trans. ASAE*, 1986, vol. 29, no. 5, pp. 1413–1422, doi: <https://doi.org/10.13031/2013.30330>
- [5] Hoekman S.K., Broch A., Robbins C. et al. Review of biodiesel composition, properties, and specifications. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 2012, vol. 16, no. 1, pp. 143–169, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.143>
- [6] Subramanian T., Geo V.E., Jesu M.L. et al. Effects of low carbon bio fuel blends with karanja oil methyl ester in a single cylinder CI engine on CO₂ emission and other performance and emission characteristics. *Nat. Environ. Pollut. Technol.*, 2016, vol. 15, no. 4, pp. 1249–1256.
- [7] Karagöz Y., Sandalc T., Koylu U.O. et al. Effect of the use of natural gas–diesel fuel mixture on performance, emissions, and combustion characteristics of a compression ignition engine. *Adv. Mech. Eng.*, 2016, vol. 8, no. 4, doi: <https://doi.org/10.1177/1687814016643228>
- [8] Grekhov L.V., Markov V.A., Arsenov N.A. et al. Analysis and correction of individual property values of motor fuels and other liquids. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroenie* [BMSTU Journal of Mechanical Engineering], no. 7, 2022, pp. 49–67, doi: <https://doi.org/10.18698/0536-1044-2022-7-49-67> (in Russ.).
- [9] Tammann G.H.J.A. *Ueber die Beziehungen zwischen den inneren Krafte und Eigenschaften der Losungen*. Leipzig, L.Voss, 1907. 202 p.
- [10] Schaschke C., Fletcher I., Glen N. Density and viscosity measurement of diesel fuels at combined high pressure and elevated temperature. *Processes*, 2013, vol. 1, no. 2, pp. 30–48, doi: <https://doi.org/10.3390/pr1020030>
- [11] Redlich O., Kwong J.N. On the thermodynamics of solutions. V. An equation of state. Fugacities of gaseous solutions. *Chem. Rev.*, 1949, vol. 44, no. 1, pp. 233–244, doi: <https://doi.org/10.1021/cr60137a013>
- [12] Kalinovskiy Yu.V., Sadreev E.A. Calculating water contents in basic natural gas components and their water solubilities using cubic equations of state. *Vesti gazovoy nauki*, 2012, no. 3, pp. 61–75. (In Russ.).
- [13] Cole R.H. *Underwater explosions*. Princeton Univ. Press, 1948. 437 p.
- [14] Kurapin A.V., Salykin E.A., Tshibanda K.E. Indicator analysis of injection process of different composition mixtures of diesel fuel and palm oil at changing of speed mode of diesel engine. *Proc. ICIE. Springer*, 2021, pp. 720–729, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-54817-9_83
- [15] Dzida M., Žak A., Ernst S. Thermodynamic and acoustic properties of binary mixtures of alcohols and alkanes. I. Speed of sound in (ethanol+n-heptane) under elevated pressures. *J. Chem. Thermodyn.*, 2005, vol. 37, no. 5, pp. 405–414, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jct.2004.10.001>
- [16] Giuliano Albo P.A., Lago S. Experimental speed-of-sound measurements of pure fatty acids methyl ester, mineral diesel and blends in a wide range of temperature and for pressures up to 300 MPa. *Fuel*, 2014, vol. 115, pp. 740–748, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2013.07.103>

- [17] Dzida M., Prusakiewicz P. The effect of temperature and pressure on the physicochemical properties of petroleum diesel oil and biodiesel fuel. *Fuel*, 2008, vol. 87, no. 10–11, pp. 1941–1948, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2007.10.010>
- [18] Torres-Jimenez E., Dorado M.P., Kegl B. Experimental investigation on injection characteristics of bioethanol-diesel fuel and bioethanol-biodiesel blends. *Fuel*, 2011, vol. 90, no. 5, pp. 1968–1979, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2010.11.042>
- [19] Dashti H.H., Riazi M.R. Acoustic velocities in petroleum fluids: measurement and prediction. *J. Pet. Sci. Eng.*, 2014, vol. 124, pp. 94–104, doi: <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2014.10.013>

Статья поступила в редакцию 11.11.2022

Информация об авторах

ГРЕХОВ Леонид Вадимович — доктор технических наук, профессор кафедры «Комбинированные двигатели и альтернативные энергоустановки». МГТУ им. Н.Э. Баумана (105005, Москва, Российская Федерация, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, e-mail: lgrekhov@mail.ru).

АРСЕНОВ Никита Александрович — инженер Научно-образовательного центра «Поршневые двигатели и спецтехника». МГТУ им. Н.Э. Баумана (105005, Москва, Российская Федерация, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, e-mail: narsenov23@gmail.com).

САЛЫКИН Евгений Александрович — кандидат технических наук, доцент кафедры «Теплотехника и гидравлика». Волгоградский государственный технический университет (400005, Волгоград, Российская Федерация, пр-т им. В.И. Ленина, д. 28, e-mail: easalykin@yandex.ru).

ЧЖАО Цзяньхуэй — профессор Колледжа энергетики и энергетического машиностроения. Харбинский инженерный университет (150001, Харбин, Китайская Народная Республика, ул. Наньтун, д. 145, e-mail: zhaojianhui@hrbeu.edu.cn).

Information about the authors

GREKHOV Leonid Vadimovich — Doctor of Science (Eng.), Professor, Department of Combined Engines and Alternative Power Plants. Bauman Moscow State Technical University (105005, Moscow, Russian Federation, 2nd Baumanskaya St., Bldg. 5, Block 1, e-mail: lgrekhov@mail.ru).

ARSENOV Nikita Alexandrovich — Engineer, Scientific and Educational Center Piston Engines and Special Equipment. Bauman Moscow State Technical University (105005, Moscow, Russian Federation, 2nd Baumanskaya St., Bldg. 5, Block 1, e-mail: narsenov23@gmail.com).

SALYKIN Evgeny Alexandrovich — Candidate of Science (Eng.), Associate Professor, Department of Heat Engineering and Hydraulics. Volgograd State Technical University (400005, Volgograd, Russian Federation, Lenin Ave., Bldg. 28, e-mail: easalykin@yandex.ru).

ZHAO Jianhui — Professor, College of Energy and Power Engineering. Harbin University of Engineering (150001, Harbin, People's Republic of China, Nantong St., Bldg. 145, e-mail: zhaojianhui@hrbeu.edu.cn).

Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:

Грехов Л.В., Арсенов Н.А., Салыкин Е.А., Чжао Ц. Расчет и корректировка значений упругих свойств топливных смесей. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2023, № 5, с. 74–89, doi: [10.18698/0536-1044-2023-5-74-89](https://doi.org/10.18698/0536-1044-2023-5-74-89)

Please cite this article in English as:

Grekhov L.V., Arsenov N.A., Salykin E.A., Zhao J. Calculation and correction of the fuel mixture elastic properties values. *BMSTU Journal of Mechanical Engineering*, 2023, no. 5, pp. 74–89, doi: [10.18698/0536-1044-2023-5-74-89](https://doi.org/10.18698/0536-1044-2023-5-74-89)