

АВТОМОДЕЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ИЗОТРОПНОМ ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ, ПОДВИЖНАЯ ГРАНИЦА КОТОРОГО ИМЕЕТ ПЛЕНОЧНОЕ ПОКРЫТИЕ

А.В. Агтетков

fn2@bmstu.ru

П.А. Власов

fn12@bmstu.ru

И.К. Волков

fn12@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

Аннотация

Рассмотрена задача об определении температурного поля изотропного полупространства, граница которого движется по заданному закону и имеет пленочное покрытие. Исследован нестационарный режим теплообмена в системе твердое тело–покрытие–газ с изменяющимся во времени коэффициентом теплоотдачи и температурой внешней среды. Определены достаточные условия, выполнение которых обеспечивает возможность реализации автомодельного процесса теплопереноса в анализируемой системе. Качественно исследованы физические свойства изучаемого автомодельного процесса. Теоретически обоснована возможность реализации режима термостатирования подвижной границы объекта исследований

Ключевые слова

Изотропное полупространство с подвижной границей, термически тонкое покрытие, нестационарный теплообмен, температурное поле, автомодельное решение

Поступила в редакцию 02.11.2016
© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017

В математической теории теплопроводности [1–6] важное место занимают задачи теплопереноса в твердых телах с подвижными границами. Трудности, возникающие при их решении аналитическими методами, хорошо известны [7]. Они значительно усугубляются в тех случаях, когда есть необходимость учета нестационарности теплообмена в изучаемой системе [8–12]. Рассматриваемые задачи представляют практический интерес при разработке перспективных систем неэлектрического инициирования взрывных устройств повышенной безопасности, например, автономных адиабатических взрывателей для перфораторов [13]. Принцип их работы основан на реализации идеи теплового инициирования взрывного превращения в заряде взрывчатого вещества сжимаемым газовым слоем.

Несмотря на достигнутые результаты в изучении рассматриваемого круга задач, на ряд вопросов ответы еще не получены. В частности, это относится к теоретическому обоснованию возможности термостатирования границы изотропного твердого тела, движущейся по известному закону. Изучение этого вопроса и является предметом исследований, проводимых в настоящей работе.

В качестве объекта исследований рассматривается изотропное полупространство, граница которого движется по заданному закону $l=l(t)$ и обладает изотропным покрытием постоянной толщины h_* . При этом предполагается, что:

- 1) начальная температура T_0 объекта исследований постоянна и реализуются нестационарные режимы теплообмена с внешней средой при переменных во времени коэффициенте теплоотдачи $\alpha(t)$ и температуре внешней среды $T_c(t)$;
- 2) в системе полупространство–покрытие реализуются условия идеального теплового контакта [2, 3];
- 3) изотропное покрытие является термически тонким, т. е. для него допустима реализация идеи «сосредоточенная емкость» [4]: среднеинтегральная по толщине покрытия температура

$$\langle T(t) \rangle = \frac{1}{h_*} \int_{l(t)-h_*}^{l(t)} T(x,t) dx$$

равна как температуре его границ, так и температуре подвижной границы $x=l(t)+0$, т. е.

$$T(l(t)-h_*, t) = T(l(t)-0, t) = \langle T(t) \rangle = T(l(t)+0, t), \quad t \geq 0.$$

Цель проведенных исследований — определение достаточных условий, выполнение которых обеспечивает возможность реализации автомодельного (самоподобного) процесса теплопереноса в анализируемой системе. Отметим, что в понятие «автомодельный» обычно вкладывают тот смысл, что изучаемый физический процесс является гомохронным (однородным во времени) и обладает состоянием равновесия, которое не зависит от времени [14–16].

В соответствии с принятыми допущениями и с учетом ранее полученных результатов [9, 10] математическая модель процесса формирования температурного поля объекта исследований может быть представлена в следующем виде:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \theta(\xi, Fo)}{\partial Fo} &= \frac{\partial^2 \theta(\xi, Fo)}{\partial \xi^2}, \quad \xi > v(Fo), \quad Fo > 0; \\ \theta(\xi, 0) &= 0; \\ \frac{\partial \theta(\xi, Fo)}{\partial \xi} \Big|_{\xi=v(Fo)} &= \varepsilon \frac{\partial \theta(\xi, Fo)}{\partial Fo} \Big|_{\xi=v(Fo)} + Bi(Fo) \left[\theta(\xi, Fo) \Big|_{\xi=v(Fo)} - \zeta(Fo) \right]; \\ \theta(\xi, Fo) \Big|_{Fo \geq 0} &\in L^2[v(Fo), +\infty), \end{aligned} \tag{1}$$

где последнее условие означает, что при каждом фиксированном значении $Fo \geq 0$ функция $\theta(\xi, Fo)$ интегрируема с квадратом по пространственной переменной $\xi \in [v(Fo), +\infty)$.

В математической модели (1) использованы следующие безразмерные переменные и параметры:

$$Fo = \frac{at}{x_*^2}, \quad \xi = \frac{x}{x_*}, \quad \theta = \frac{T - T_0}{T_{c0} - T_0}, \quad \zeta = \frac{T_c - T_0}{T_{c0} - T_0}, \quad h = \frac{h_*}{x_*},$$

$$Bi = \frac{\alpha x_*}{\lambda}, \quad \varepsilon = \frac{h}{\Lambda \chi} = \frac{c_{п} \rho_{п}}{c \rho} h, \quad \chi = \frac{a_{п}}{a}, \quad \Lambda = \frac{\lambda}{\lambda_{п}},$$

где a — температуропроводность; t — время; x_* — выбранная единица масштаба пространственной переменной; x — пространственная переменная; α — коэффициент теплоотдачи; c — удельная массовая теплоемкость; ρ — плотность; λ — теплопроводность; индексы: «п» — покрытие, «с» — внешняя среда, «0» — начальное значение.

Функция $v(Fo)$, определяющая закон движения границы полупространства, — неотрицательная неубывающая функция, дифференцируемая хотя бы в обобщенном смысле [17] и удовлетворяющая условию $v(0) = 0$. Функции $Bi(Fo)$ и $\zeta(Fo)$ по смыслу решаемой задачи могут принимать лишь неотрицательные значения и должны удовлетворять условиям Гёльдера [17].

Отметим, что наличие пленочного покрытия в реализуемой математической модели «сосредоточенная емкость» фактически учтено граничным условием при $\xi = v(Fo)$, явно содержащим производную температуры по времени. Определяющий безразмерный параметр ε модели (1) по смыслу решаемой задачи — малый положительный параметр.

Выполним в задаче (1) автомодельную подстановку

$$\eta = \frac{\xi - v(Fo)}{\sqrt{Fo}}. \tag{2}$$

Тогда, с учетом очевидных равенств

$$\frac{\partial}{\partial Fo} = -\frac{\eta/2 + \dot{v}(Fo)\sqrt{Fo}}{Fo} \frac{d}{d\eta}, \quad \frac{\partial}{\partial \xi} = \frac{1}{\sqrt{Fo}} \frac{d}{d\eta}, \quad \frac{\partial^2}{\partial \xi^2} = \frac{1}{Fo} \frac{d^2}{d\eta^2}$$

и введенных обозначений

$$U(\eta) \triangleq \theta(\xi, Fo), \quad \gamma(Fo) \triangleq \frac{Bi(Fo)\sqrt{Fo}}{\varepsilon \dot{v}(Fo) + 1}, \tag{3}$$

смешанная задача (1) будет эквивалентна следующей краевой задаче:

$$\frac{d^2 U(\eta)}{d\eta^2} + \left\{ \frac{\eta}{2} + \dot{v}(Fo)\sqrt{Fo} \right\} \frac{dU(\eta)}{d\eta} = 0, \quad \eta > 0; \tag{4}$$

$$\left. \frac{dU(\eta)}{d\eta} \right|_{\eta=0} = \gamma(Fo) \left[U(\eta) \Big|_{\eta=0} - \zeta(Fo) \right]; \tag{5}$$

$$U(\eta) \in L^2_{\eta} [0, +\infty), \quad (6)$$

где надстрочной точкой обозначена производная по переменной F_0 . Начальное условие при $F_0 = 0$ в смешанной задаче (1) в автомодельных переменных (2) будет иметь вид краевого условия задачи (4)–(6), заданного при $\eta = +\infty$.

Непосредственный анализ краевой задачи (4)–(6) показывает, что используемая подстановка (2) приводит к автомодельному решению при выполнении следующих условий:

$$\dot{v}(F_0)\sqrt{F_0} \equiv v_0 - \text{const}; \quad (7)$$

$$\gamma(F_0) \equiv \gamma_0 - \text{const}; \quad (8)$$

$$\zeta(F_0) \equiv \zeta_0 - \text{const}, \quad (9)$$

где постоянная v_0 принимает лишь неотрицательные значения, а γ_0, ζ_0 — положительные постоянные. Искомое автомодельное решение в этом случае будет обладать тем свойством, что со временем изменяется только масштаб автомодельной переменной $\eta \geq 0$, а масштаб функции $U(\eta)$ остается неизменным.

Условие автомодельности (7) реализуется лишь для следующего закона движения границы объекта исследований:

$$v(F_0) = 2v_0\sqrt{F_0}. \quad (10)$$

При выполнении этого условия решение обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка (4) находится стандартными методами [18] и имеет вид

$$U(\eta) = U(0) + U'(0) \exp(v_0^2) \sqrt{\pi} \left[\text{erfc}(v_0) - \text{erfc}\left(\frac{\eta}{2} + v_0\right) \right], \quad \eta \geq 0, \quad (11)$$

где $\text{erfc}(\cdot)$ — дополнительная функция ошибок Гаусса [2]; штрихом обозначена производная по переменной η .

Используя равенство (11), с учетом условий автомодельности (8), (9), равенства (10), краевого условия (5) и условия (6) принадлежности функции $U(\eta)$ классу интегрируемых с квадратом функций, находим безразмерную температуру $U(0)$ границы изотропного полупространства в изучаемом автомодельном режиме теплопереноса:

$$U(0) = \zeta_0 \frac{\gamma_0 \sqrt{\pi} \exp(v_0^2) \text{erfc}(v_0)}{1 + \gamma_0 \sqrt{\pi} \exp(v_0^2) \text{erfc}(v_0)}. \quad (12)$$

При этом справедлива следующая асимптотическая оценка при больших значениях v_0 :

$$U(0) \sim \frac{\zeta_0 \gamma_0}{\gamma_0 + v_0} \xrightarrow{v_0 \rightarrow +\infty} 0.$$

При неподвижной границе изотропного полупространства ($v_0 = 0$) равенство (12) принимает вид

$$U(0) = \zeta_0,$$

т. е. безразмерная температура границы объекта исследований не зависит от реализуемого режима теплообмена в изучаемой системе и определяется лишь безразмерной температурой внешней среды $\zeta_0 = \text{const}$, которая задана условием автомодельности (9).

Для получения содержательной информации о свойствах анализируемого процесса теплопереноса в изотропном полупространстве с подвижной границей ($v_0 > 0$) обратимся к условию автомодельности (8) реализуемого граничного режима. В этом случае, согласно равенствам (3), (7) и (8), закон теплообмена в изучаемой системе определяется как

$$\text{Bi}(Fo) = \gamma_0 \frac{\varepsilon v_0 + \sqrt{Fo}}{Fo}$$

и зависит от ε — определяющего безразмерного параметра реализуемой математической модели «сосредоточенная емкость». Видно, что в рассматриваемой ситуации $\text{Bi}(Fo)$ — монотонно убывающая функция, причем $\text{Bi}(0) = +\infty$ и $\text{Bi}(+\infty) = 0$. При этом безразмерная температура $U(0) = \text{const}$, определенная равенством (12), зависит от параметра v_0 , заданного условием автомодельности (7). Отсюда следует, что реализуемый режим термостатирования границы объекта исследований зависит от скорости ее движения.

Приведенные результаты — наглядный пример автомодельных решений, иллюстрирующий свойства автомодельных процессов теплопереноса в твердых телах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карслоу Г., Егер Д. Теплопроводность твердых тел. М.: Наука, 1964. 488 с.
2. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967. 600 с.
3. Карташов Э.М. Аналитические методы в теории теплопроводности твердых тел. М.: Высшая школа, 2001. 550 с.
4. Пудовкин М.А., Волков И.К. Краевые задачи математической теории теплопроводности в приложении к расчетам температурных полей в нефтяных пластах при заводнении. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1978. 188 с.
5. Карташов Э.М., Кудинов В.А. Аналитическая теория теплопроводности и прикладной термоупругости. М.: URSS, 2012. 653 с.
6. Формалёв В.Ф. Теплопроводность анизотропных тел. Аналитические методы решения задач. М.: Физматлит, 2014. 312 с.
7. Карташов Э.М. Аналитические методы решения краевых задач нестационарной теплопроводности в областях с движущимися границами (обзор) // Инженерно-физический журнал. 2001. Т. 74. № 2. С. 171–195.

8. *Аттетков А.В., Волков И.К.* Математическое моделирование процессов теплопереноса в области с движущейся границей в условиях нестационарного теплообмена с внешней средой // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Естественные науки. 1999. № 1. С. 37–45.
9. *Аттетков А.В., Власов П.А., Волков И.К.* Температурное поле полупространства с термически тонким покрытием в импульсных режимах теплообмена с внешней средой // Инженерно-физический журнал. 2001. Т. 74. № 3. С. 81–86.
10. *Аттетков А.В., Власов П.А., Волков И.К.* Влияние подвижности границы на температурное поле полупространства в нестационарных условиях теплообмена с внешней средой // Инженерно-физический журнал. 2002. Т. 75. № 6. С. 172–178.
11. *Карташов Э.М.* Теплопроводность при переменном во времени относительном коэффициенте теплообмена // Известия РАН. Энергетика. 2015. № 2. С. 138–149.
12. *Аттетков А.В., Волков И.К.* Температурное поле анизотропного полупространства, подвижная граница которого содержит пленочное покрытие // Известия РАН. Энергетика. 2015. № 3. С. 39–49.
13. *Тебякин В.М.* Разработка адиабатического взрывателя для перфоратора, спускаемого на трубах ПКТ 105 // Вскрытие нефтегазовых пластов и освоение скважин: Тез. докл. II Всесоюзной научно-технической конф. М.: 1988. С. 141–142.
14. *Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П.* Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М.: Наука, 1966. 688 с.
15. *Самарский А.А., Галактионов В.А., Курдюмов С.П., Михайлов А.П.* Режимы с обострением в задачах для квазилинейных параболических уравнений. М.: Наука, 1987. 478 с.
16. *Волосевич П.П., Леванов Е.И.* Автомодельные решения задач газовой динамики и теплопереноса. М.: Изд-во МФТИ, 1997. 240 с.
17. *Ладыженская О.А., Солонников В.А., Уралыцева Н.Н.* Линейные и квазилинейные уравнения параболического типа. М.: Наука, 1967. 736 с.
18. *Зайцев В.Ф., Полянин А.Д.* Справочник по нелинейным дифференциальным уравнениям: приложения в механике; точные решения. М.: Физматлит, 1993. 464 с.

Аттетков Александр Владимирович — канд. техн. наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры «Прикладная математика» МГТУ им. Н.Э. Баумана (Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1).

Власов Павел Александрович — канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры «Математическое моделирование» МГТУ им. Н.Э. Баумана (Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1).

Волков Игорь Куприянович — д-р физ.-мат. наук, профессор, профессор кафедры «Математическое моделирование» МГТУ им. Н.Э. Баумана (Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1).

Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:

Аттетков А.В., Власов П.А., Волков И.К. Автомодельное решение задачи теплопереноса в изотропном полупространстве, подвижная граница которого имеет пленочное покрытие // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 2017. № 5. С. 89–97.

DOI: 10.18698/0236-3941-2017-5-89-97

A SIMILARITY SOLUTION TO THE HEAT TRANSFER PROBLEM FOR AN ISOTROPIC HALF-SPACE FEATURING A FILM-COATED MOVING BOUNDARY

A.V. Attetkov

fn2@bmstu.ru

P.A. Vlasov

fn12@bmstu.ru

I.K. Volkov

fn12@bmstu.ru

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Abstract

The study considers the problem of determining a temperature field in an isotropic half-space the boundary of which moves according to a given law and features a film coating. We investigated unsteady heat transfer in a system consisting of a solid, a coating and a gas, with both the heat transfer coefficient and ambient temperature being time-dependent. We determine sufficient conditions meeting which ensures the possibility of self-similar heat transfer process taking place in the system under consideration. We qualitatively investigated physical properties of the self-similar process under study. We provide a theoretical validation of implementing a thermostatting mode in the moving boundary of the object investigated

Keywords

Isotropic half-space with a moving boundary, thermally thin coating, unsteady heat transfer, temperature field, similarity solution

REFERENCES

- [1] Carslaw H.S., Jaeger J.C. Conduction of heat in solids. Clarendon Press, 1986. 510 p. (Russ. ed.: Teploprovodnost' tverdykh tel. Moscow, Nauka Publ., 1964. 488 p.).
- [2] Lykov A.V. Teoriya teploprovodnosti [Heat conduction theory]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1967. 600 p.
- [3] Kartashov E.M. Analiticheskie metody v teorii teploprovodnosti tverdykh tel [Analytical methods in theory of heat conduction in solids]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2001. 550 p.
- [4] Pudovkin M.A., Volkov I.K. Kraevye zadachi matematicheskoy teorii teploprovodnosti v prilozhenii k raschetam temperaturnykh poley v neftyanykh plastakh pri zavodnenii [Boundary problems of heat conduction mathematical theory in application to temperature field calculation in oil reservoir in condition of waterflooding]. Kazan', Izdatelstvo Kazanskogo universiteta, 1978. 188 p.
- [5] Kartashov E.M., Kudinov V.A. Analiticheskaya teoriya teploprovodnosti i prikladnoy termouprugosti [Analytical theory of thermal conductivity and applied thermal elasticity]. Moscow, URSS Publ., 2012. 653 p.
- [6] Formalev V.F. Teploprovodnost' anizotropnykh tel. Analiticheskie metody resheniya zadach [Thermal conductivity of anisotropic bodies. Analytical methods of problem solving]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2014. 312 p.

- [7] Kartashov E.M. Analytical methods of solution of boundary-value problems of nonstationary heat conduction in regions with moving boundaries. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, 2001, vol. 74, no. 2, pp. 498–536. DOI: 10.1023/A:1016641613982 Available at: <https://link.springer.com/article/10.1023/A%3A1016641613982>
- [8] Attetkov A.V., Volkov I.K. Mathematical simulation of heat transfer processes in the region with moving boundary under conditions of nonstationary heat exchange with surroundings. *Vestn. Mosk. Gos. Tekh. Univ. im. N.E. Baumana, Estestv. Nauki* [Herald of the Bauman Moscow State Tech. Univ., Nat. Sc.], 1999, no. 1, pp. 37–45 (in Russ.).
- [9] Attetkov A.V., Vlasov P.A., Volkov I.K. Temperature field of a half-space with a thermally thin coating in pulse modes of heat exchange with the environment. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, 2001, vol. 74, no. 3, pp. 647–655. DOI: 10.1023/A:1016756227188 Available at: <https://link.springer.com/article/10.1023/A%3A1016756227188>
- [10] Attetkov A.V., Vlasov P.A., Volkov I.K. Influence of the mobility of a boundary on the temperature field of a half-space under unstable conditions of heat exchange with the environment. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, 2002, vol. 75, no. 6, pp. 1454–1462. DOI: 10.1023/A:1022143716313 Available at: <https://link.springer.com/article/10.1023/A%3A1022143716313>
- [11] Kartashov E.M. Thermal conductivity at variable in time relative to the heat transfer coefficient. *Izvestiya RAN. Energetika* [Proceedings of RAS. Power Engineering], 2015, no. 2, pp. 138–149 (in Russ.).
- [12] Attetkov A.V., Volkov I.K. Temperature field of the anisotropic half-space, which mobile boundary contains the film coating. *Izvestiya RAN. Energetika* [Proceedings of RAS. Power Engineering], 2015, no. 3, pp. 39–49 (in Russ.).
- [13] Tebyakin V.M. Adiabatic detonator development for tubing conveyed perforating gun PKT 105. *Vskrytie neftegazovykh plastov i osvoenie skvazhin: Tez. dokl. II Vsesoyuznoy nauchno-tekhnicheskoy konf.* [Drilling in and Well Development: Abs. II Russ. Sci.-Tech. Conf.], Moscow, 1988. Pp. 141–142 (in Russ.).
- [14] Zel'dovich Ya.B., Rayzer Yu.P. *Fizika udarnykh voln i vysokotemperaturnykh gidrodinamicheskikh yavleniy* [Physics of shock waves and high temperature hydrodynamic phenomena]. Moscow, Nauka Publ., 1966. 688 p.
- [15] Samarskiy A.A., Galaktionov V.A., Kurdyumov S.P., Mikhaylov A.P. *Rezhimy s obostreniem v zadachakh dlya kvazilineynykh parabolicheskikh uravneniy* [Blow-up regimes in problems for quasilinear parabolic equations]. Moscow, Nauka Publ., 1987. 480 p.
- [16] Volosevich P.P., Levanov E.I. *Avtomodel'nye resheniya zadach gazovoy dinamiki i teploperenosa* [Self-similar solutions of gas dynamics and heat transfer problems]. Moscow, MIPT Publ., 1997. 240 p.
- [17] Ladyzhenskaya O.A., Solonnikov V.A., Ural'tseva N.N. *Lineynye i kvazilineynye uravneniya parabolicheskogo tipa* [Linear and quasilinear equations of parabolic type]. Moscow, Nauka Publ., 1967. 736 p.
- [18] Zaytsev V.F., Polyanin A.D. *Spravochnik po nelineynym differentsial'nym uravneniyam: prilozheniya v mekhanike; tochnye resheniya* [Handbook on nonlinear differential equations: application in mechanics: exact solutions]. Moscow, Fizmatlit Publ., 1993. 464 p.

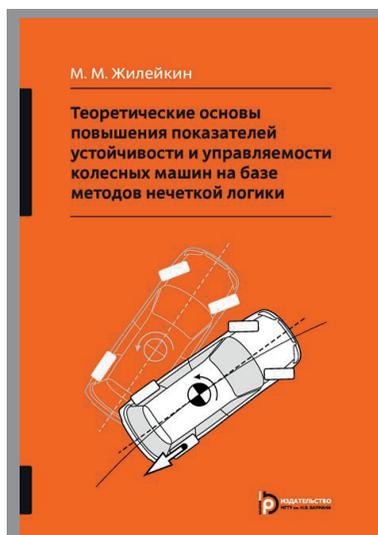
Attetkov A.V. — Cand. Sc. (Eng.), Senior Research Scientist, Assoc. Professor, Applied Mathematics Department, Bauman Moscow State Technical University (2-ya Bauman-skaya ul. 5, str. 1, Moscow, 105005 Russian Federation).

Vlasov P.A. — Cand. Sc. (Phys.-Math.), Assoc. Professor, Mathematical Simulation Department, Bauman Moscow State Technical University (2-ya Baumanskaya ul. 5, str. 1, Moscow, 105005 Russian Federation).

Volkov I.K. — Dr. Sc. (Phys.-Math.), Professor, Professor, Mathematical Simulation Department, Bauman Moscow State Technical University (2-ya Baumanskaya ul. 5, str. 1, Moscow, 105005 Russian Federation).

Please cite this article in English as:

Attetkov A.V., Vlasov P.A., Volkov I.K. A Similarity Solution to the Heat Transfer Problem for an Isotropic Half-Space Featuring a Film-Coated Moving Boundary. *Vestn. Mosk. Gos. Tekh. Univ. im. N.E. Baumana, Mashinostr.* [Herald of the Bauman Moscow State Tech. Univ., Mech. Eng.], 2017, no. 5, pp. 89–97. DOI: 10.18698/0236-3941-2017-5-89-97



В Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана
вышло в свет учебное пособие автора

М.М. Жилейкина

**«Теоретические основы повышения
показателей устойчивости и управляемости
колесных машин на базе методов нечеткой
логики»**

Управляемость и устойчивость автомобиля являются важнейшими эксплуатационными свойствами и составляющими активной безопасности движения, оценке которых придается большое значение. Представлены результаты теоретических исследований, выполненных на кафедре «Колесные машины» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Разработаны принципы повышения показателей устойчивости и управляемости как двухосных, так и многоосных колесных машин, оснащенных различными типами трансмиссий. Обоснованы принципиальные решения по способам управления движением машин, обеспечивающих повышение их курсовой и траекторной устойчивости. Предложены критерии оценки эффективности работы комплексной системы динамической стабилизации движения колесных машин. Разработаны алгоритмы работы системы динамической стабилизации с применением методов нечеткой логики для двухосных и многоосных колесных машин.

По вопросам приобретения обращайтесь:

105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1

+7 (499) 263-60-45

press@bmstu.ru

www.baumanpress.ru