

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ
МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

XVI Міжнародна науково-технічна конференція

МАТЕРІАЛИ

25–26 вересня 2025 рік

*Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9*



ВИДАВНИЦТВО
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА

2025

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ
МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

ПАРТНЕРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Міністерство освіти і науки України; Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України; ДП «Адміністрація морських портів» (Україна); ДП «Адміністрація річкових портів» (Україна); ДП «Дослідно-проектний центр кораблебудування» (Україна); Південний науковий центр НАН України і МОН України (Україна); Головне управління Державної служби з надзвичайних ситуацій України у Миколаївській області (Україна); Національний університет «Одеська національна академія» (Україна); Одеський національний морський університет (Україна); Черкаський державний технологічний університет (Україна); Національний авіаційний університет (Україна); Компанія «АМІКО ГРУПП» (Україна); Морське інженерне бюро (Україна); АТ «Завод «Екватор» (Україна); Асоціація ветеранів Військово-морських сил України (Україна); Харбінський інженерний університет (КНР); Університет науки і технологій Цзянсу (КНР); Таджикиський технічний університет ім. академіка М.С. Осими (Таджикістан); Кошалінський технічний університет (Польща); Гданьський технологічний університет (Польща); Празький університет хімії і технології (Чеська республіка); Батумський навчально-навігаційний університет (Грузія); ДУ «Національний антарктичний науковий центр».

ІНФОРМАЦІЙНІ ПАРТНЕРИ

ТОВ «Видавничий дім «Гельветика»; науковий журнал «Shipbuilding & marine infrastructure»; журнал «Судноплавство»

Відповідальний за випуск
Павлов Геннадій Вікторович

*Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність наведених даних та посилань.
Матеріали публікуються в авторській редакції*

Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : XVI Міжнародна науково-технічна
I-66 конференція : матеріали. – Миколаїв : НУК, 2025. – 1256 с.

ISBN 978-966-321-487-0

У збірнику наведені матеріали XVI Міжнародної науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». Збірник становить інтерес для наукових працівників, викладачів, інженерів та студентів.

УДК 001.895:629.5

ISBN 978-966-321-487-0

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2025

УДК 621.791

STUDY OF TEMPERATURE DISTRIBUTION IN A JOINT OF DISSIMILAR MATERIALS DURING DIFFUSION WELDING

Matviienko M.V.

*PhD, Associate Professor, Acting Head of the Welding Department, Kherson Educational-Scientific Institute of Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Kherson, Ukraine,
maksym.matvienko@nuos.edu.ua*

Abstract. The temperature distribution in a part joined by diffusion welding was studied using computer simulation with consideration of the thermophysical properties of dissimilar materials and the geometry of the welded joint. A picture of the temperature distribution over time was obtained in accordance with the developed welding mode for industrial parts, both in the section of the part and directly in the welded joint area. It was shown that when using this temperature mode of diffusion welding, a fairly uniform heating of the parts along the radius is ensured.

Keywords. computer simulation, temperature distribution, thermal properties, temperature.

Diffusion welding in a vacuum is widely used in the manufacture of parts from dissimilar materials, such as electromagnet housings [1-3]. In this case, the most appropriate method is induction heating. However, with the induction method, a thin surface layer is heated, from which the heat spreads to the center of the product. Depending on the heating rate and the holding time at a constant temperature, the metal of the part may have a different temperature across the cross-section. It is known [4] that during diffusion welding of materials with different physical and mechanical properties, the magnitude of plastic deformations that determine the formation of joints changes depending on the radius. The nature of the stress-strain state also changes. Plastic deformations change toward the axis of the part, and in the center of the cylinder, shear deformations are zero. Thermal cycling is used to intensify plastic deformations and localize them in the joint zone [5].

When modeling the stress-strain state, the temperature distribution along the radius of the parts is not uniform. Therefore, the study of the nature of the temperature distribution in the joint zone during diffusion welding is relevant.

The purpose of this work is to study the temperature distribution in a joint during diffusion welding of dissimilar metals, taking into account both the changing thermophysical properties of the materials being joined and the geometry of the joint.

The studies were carried out for a joint of two dissimilar parts made of 12X18N10T and 1089S steels, the physical and finite element models of which are shown in Fig. 1, a and b.

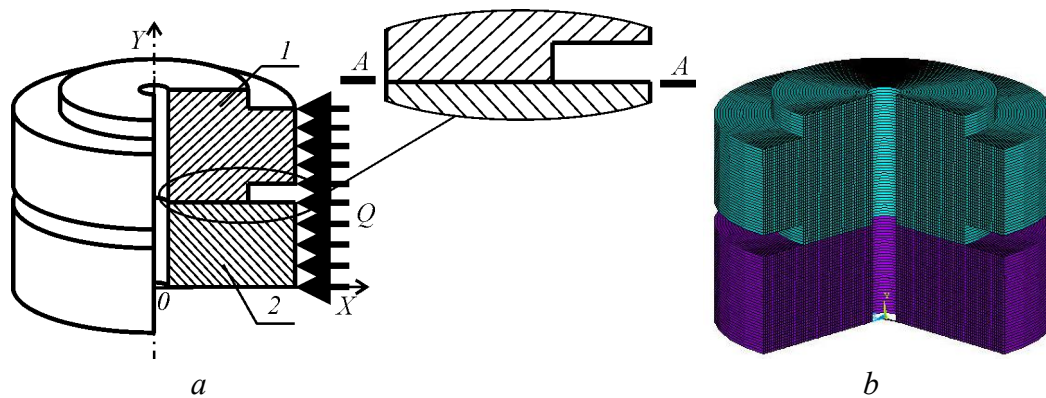


Figure 1 – Physical (a) and finite element (b) models of a welded joint of 12X18N10T (1) and 10895 (2) steels

The studies were carried out using the finite element method with the ANSYS software package. Due to the symmetry of the connected parts, the axisymmetric eight-node temperature element PLANE 77 was selected for modeling. The algorithm for solving the problem includes a sequential iterative procedure of transient thermal analysis. When modeling the process, it was taken into account that the thermophysical properties of the materials of the parts (specific heat capacity, thermal conductivity coefficient) significantly depend on temperature.

Surface heating by high-frequency currents was simulated by setting the temperature on the cylindrical surface of the model over time in accordance with the developed welding mode for industrial parts (Fig. 2). Heating from 20 to 750 °C was performed at a rate of 100 degrees per minute, and above 750 °C – 30 degrees per minute.

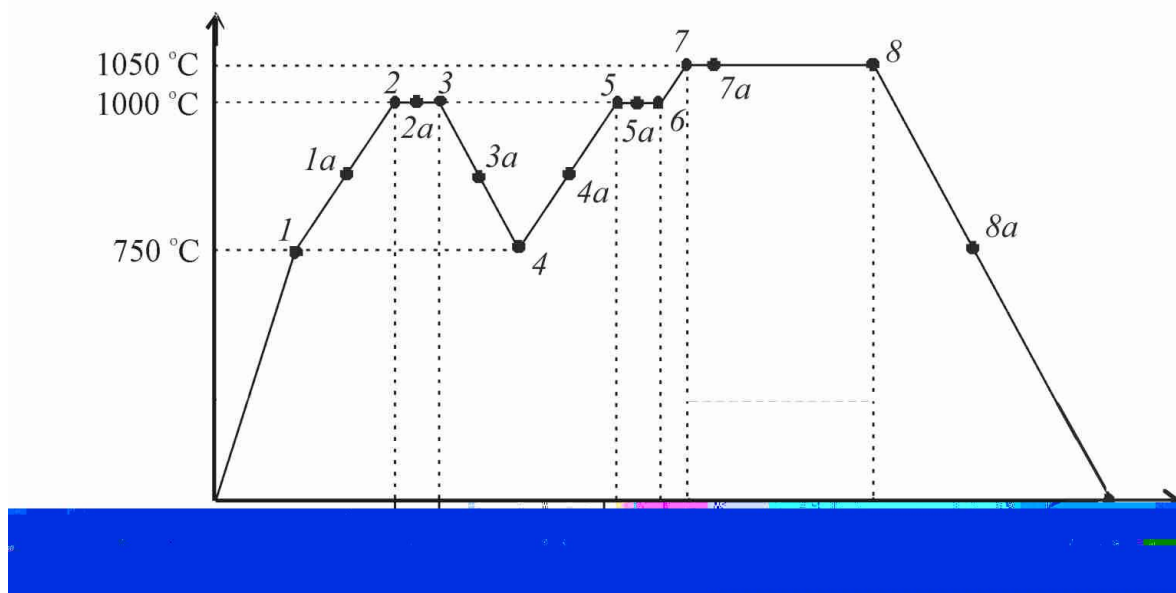


Figure 2 – Welding process cyclogram

The temperature distribution fields were studied during the entire welding process (Fig. 3) and the temperature distribution diagrams in the joint zone of the materials being joined (Fig. 4). For ease

of comparison, Table 1 shows the maximum temperature differences within the cross-section of the node $\Delta T_{\max}^{\text{node}}$ and the joint $\Delta T_{\max}^{\text{joint}}$ at various moments of the welding cycle.

Table 1 – Maximum temperature differences in the node $\Delta T_{\max}^{\text{node}}$ and at the joint $\Delta T_{\max}^{\text{joint}}$ at different moments in time

Point No.	1	1a	2	2a	3	3a	4	4a	5	5a	6	7	7a	8	8a
$\Delta T_{\max}^{\text{node}}$	21	7	6	1	0	7	7	7	6	1	0	7	1	0	15
$\Delta T_{\max}^{\text{joint}}$	9	3	2	0	0	3	2	3	3	0	0	2	0	0	8

An analysis of the degree of non-uniformity of temperature fields at individual (key) moments of the welding process (Fig. 3 and Table 1) showed that the degree of non-uniformity of temperature distribution in the unit as a whole and within the joint during the welding cycle changes from 21 to 0 degrees and 9 to 0 degrees, respectively.

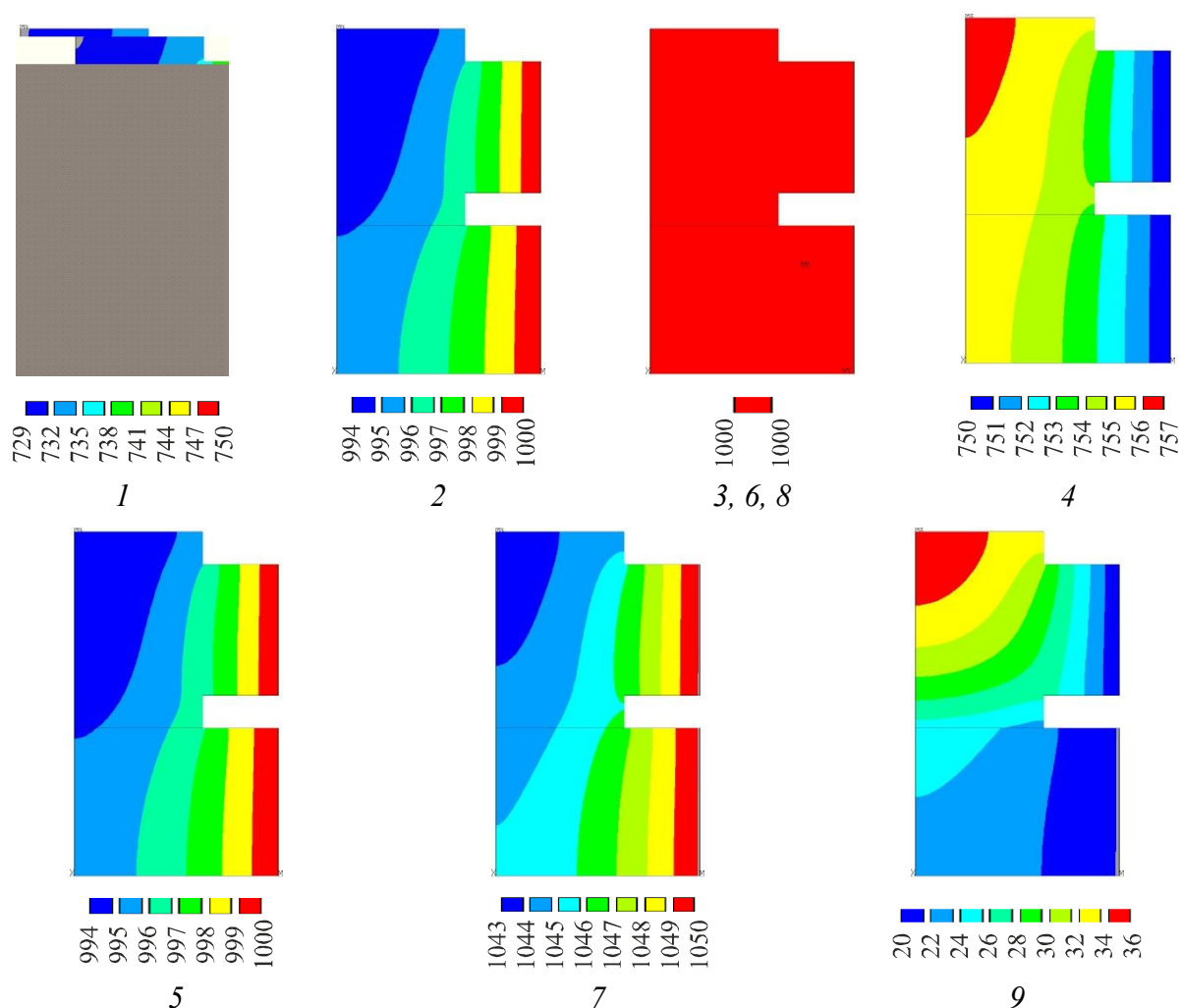


Figure 3 – Temperature change fields (°C) at times 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, and 9 (see Fig. 2)

The nature of the temperature distribution along the joint at different points in time (Table 1) indicates a fairly uniform heating of the parts according to the developed cycle. At the same time, when loading by thermal cycling in a different temperature range, it is necessary to take into account the influence of uneven heating on the stress-strain state in the joint zone.

Conclusion. The nature of temperature distribution, both in the section of the part and directly in the weld joint area, during the joining of dissimilar materials, is non-uniform and constantly changing. When thermal cycling according to the developed mode of diffusion welding of industrial parts, a fairly uniform heating of the parts along the radius is ensured. When increasing the temperature range of thermal cycling, it is necessary to take into account the effect of non-uniform heating on the stress-strain state of the joined unit.

Literature

- [1] Falchenko Yu.V. Diffusion welding of magnesium alloy MA2-1 through a zinc interlayer / Yu.V. Falchenko, L.V. Petrushynets, V.Ie. Fedorchuk, V.A. Kostin, O.L. Puzrin/ The Paton Welding Journal, 2023, №9, p. 38-42 <https://doi.org/10.37434/tpwj2023.09.06>
- [2] John, B., Letsch, H., Wölck, J., Hess, M., Hensel, J. Process Technology for DiffusionWelding with Cyclically Pulsative Joining Forces. // Metals, 2023, №13, 547. <https://doi.org/10.3390/met13030547>
- [3] Petrushinets L. Diffusion welding in vacuum of a ferromic alloy on a Ni base / L. Petrushinets, Y. Falchenko, A. Ustinov, T. Melnichenko, Oleg Novomlynets // Technical sciences and technologies, 2017, № 3 (9), p. 63-71 [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2017-3\(9\)-63-71](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2017-3(9)-63-71)
- [4] Mathematical modeling and optimization of vacuum diffusion bonding parameters for predicting and enhancing the strength of dissimilar IN-718/ MSS-410 joints using RSM for power generation applications/ Arun Negemiya, Selvarajan Rajakumar, Tushar Sonar, Mikhail Ivanov // Journal of Advanced Joining Processes, 2024, №9, 100214 <https://doi.org/10.1016/j.jajp.2024.100214>
- [5] Invention patent No. 81583. Method of diffusion welding of materials / V.V. Kvasnitsky, M.V. Matviienko, G.V. Yermolaev, V.F. Kvasnitsky, B.V. Bugaenko, V.Yu. Voloshin. Admiral Makarov National University of Shipbuilding. UA. MPK (2008). V23K 20/14. Appl. 21.11.2006. Publ. 10.01.2008. Bull. 1.

УДК 621.923.74:621.921.34

ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЯГНЕННЯ УНІКАЛЬНИХ ТРИБОТЕХНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СПРЯЖЕНЬ КОВЗАННЯ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ

Ошовський В.Я.

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри теплоенергетики та технологій машинобудування

Первомайського навчально-наукового інституту

Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,

м. Первомайськ, Україна

oshovskyvikt@ukr.net

Анотація. Використання алмазів як структурних складових поверхонь тертя спряжень ковзання, особливо колінчастих валів двигунів внутрішнього згоряння транспортних засобів,