

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Науково-навчальний центр прикладної інформатики

ІНСТИТУТ ІННОВАЦІЙНОЇ ОСВІТИ

ІНТЕГРАЦІЯ СВІТОВИХ НАУКОВИХ ПРОЦЕСІВ ЯК ОСНОВА СУСПІЛЬНОГО ПРОГРЕСУ

МАТЕРІАЛИ
VII Міжнародної науково-практичної конференції

*24–25 листопада 2023 р.
м. Київ*



Київ – Запоріжжя
Інститут інноваційної освіти
2023

УДК 001(063):378.4 (Укр)
I73

*До збірника увійшли матеріали наукових робіт (тези доповідей, статті),
надані згідно з вимогами, що були заявлені на конференцію.*

*Роботи друкуються в авторській редакції, мовою оригіналу.
Автори беруть на себе всю відповідальність за зміст поданих матеріалів.
Претензії до організаторів не приймаються.
При передруку матеріалів посилання обов'язкове.*

ISBN 978-966-488-281-8

I73 **Інтеграція світових наукових процесів як основа суспільного прогресу :**
Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 24–25
листопада 2023 р.) / ГО «Інститут інноваційної освіти»; Науково-навчальний центр
прикладної інформатики НАН України. – Запоріжжя : АА ТанDEM, 2023. – 220 с.

Матеріали конференції рекомендуються освітянам, науковцям, викладачам, здобувачам
вищої освіти, аспірантам, докторантам, студентам вищих навчальних закладів тощо¹.

Відповідальний редактор: С.К. Бурма
Коректор: П.А. Нємкова

Матеріали видано в авторській редакції.

УДК 001(063):378.4 (Укр)

ISBN 978-966-488-281-8

© Усі права авторів застережені, 2023
© Інститут інноваційної освіти, 2023
© АА ТанDEM, 2023

¹ Відповідає п. 8 Порядку присудження (позбавлення) наукових ступенів Затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1197; п. 28 Постанови Кабінету Міністрів України від 30 грудня 2015 р. № 1187 «Про затвердження Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності»; п. 13 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 липня 2004 р. № 882 «Про питання стипендіального забезпечення»

ТРАНСПОРТ TRANSPORT SERVICES

Khrulev A.,

Ph.D., Senior Researcher, Forensic Expert,
International Motor Bureau, Nemishaeve, Kyiv Region, Ukraine

SIMULATION OF THERMAL DAMAGE TO INTAKE VALVES IN AUTOMOBILE ENGINES WITH VALVE TIMING CONTROL

Experience in studying the failure causes in a large number of automobile engines [1] shows that among the causes of valve damage, those that cause thermal damage to the valve heads are quite widespread. However, in practice, damage from thermal overload of intake valves, unlike exhaust valves, is rare. Moreover, some of the damage that is typical for exhaust valves was not noted at all to the intake valves. Practice, however, shows that overheating of the intake valves as a result of thermal overload cannot be completely ruled out [2]. This can be especially true in modern engines with variable valve timing, when the duration of opening of the intake valves can be reduced along with their cooling by incoming air.

In accordance with this, the purpose of this work is to study thermal damage to intake valves, clarify the causes and signs of such damage, as well as supplement the known data on damage to valves of automobile internal combustion engines in terms of intake valves. To achieve this goal, it is necessary to simulate the thermal state of the intake valve head as part of an engine with variable valve timing when operating in various modes.

Let's consider a typical design of a special cam mechanism for changing intake valve timing (Fig. 1), with the function of changing the lift and duration of the open state of the intake valves [3].

The valve timing is changed stepwise according to a control program in which both intake valves open simultaneously, but can close at different times depending on the engine operating mode (Fig. 1). Switching of the open state of intake valves from low lift and short duration to large ones is carried out with increasing engine rotation speed and load. From this we can assume that one should look for breakage of the temperature state of the intake valves when there is a system fault, when at increased speeds and loads the switching of the intake valve lift from low to high does not occur.

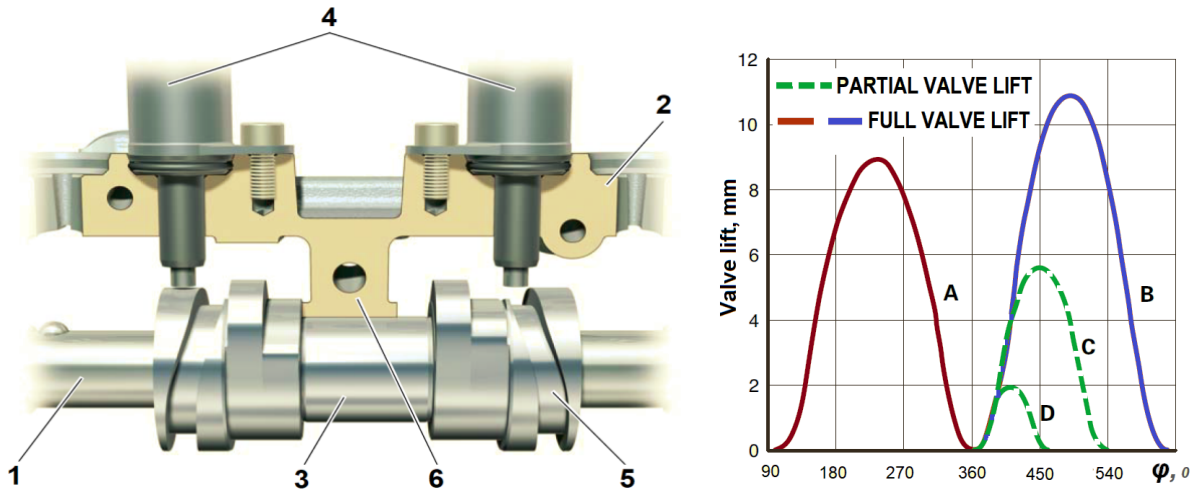


Fig. 1. Diagram of the valve timing mechanism of the engine under study (left) and its control program (right): 1 – camshaft, 2 – housing, 3 – movable cam block, 4 – control electromagnets, 5 – groove for moving the cam block

To simulate the engine cycle, the well-known Lotus Engine Simulation program was used [4] and the engine model (Fig. 2) with two intake valves, which generally have different control laws, was built.

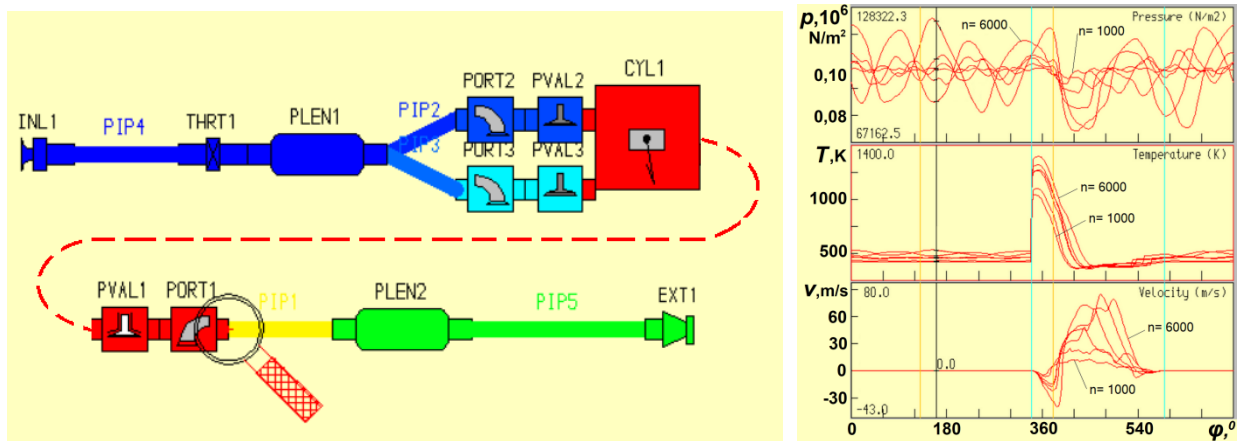


Fig. 2. A model of the engine under study in the Lotus Engine Simulation program (left) and a calculated diagram of instantaneous values of air pressure, temperature and velocity in the intake pipe cross section in front of the intake valve (right)

After transforming the heat balance equation written for the valve, we can obtain a differential equation for the valve temperature T in the form:

$$\frac{dT}{d\varphi} = \frac{\pi n}{30 C_p m} \left\{ \frac{\pi D^2}{4} [\alpha_r (T_r - T) - \alpha_k (T - T_k)] - \left(\pi c D \alpha_c - \frac{\pi \lambda d^2}{4h} \right) (T - T_c) \right\}.$$

where α_r , α_k are the coefficients of heat transfer from the gases in the cylinder and from the air in the intake pipe to the valve head [5]; α_c is the coefficient

of contact heat exchange between the valve and the seat [6]; T_c , T_r are the temperature of the seat and guide bushing (approximately taken equal), and the air (gas) temperature in intake pipe; C_p , λ , m , D , d , h , c are specific heat capacity, thermal conductivity coefficient, mass, head and stem diameters, valve stem length, and seat chamfer width, respectively.

This equation is solved numerically by setting the initial value of the valve temperature, sequentially for all points of the cycle [7].

Results and discussion. Calculations were carried out for all intake valve lifts at a rotation speed $n = 1000$ -6000 rpm in increments of 1000 rpm, at full load and 3 different intake valve timing options. The results of the cycle calculation were presented in the form of the graphs of the dependence of the instantaneous air and gas parameters in characteristic engine sections, including the cylinder and all pipelines (Fig. 3).

It turned out that in the intake pipe of a valve with a smaller lift and opening duration, a significantly higher air temperature with increasing rotation speed was observed. This is due to the short duration of intake and the gas reflux from the cylinder into the intake pipe, especially at the initial moment of valve opening.

From the results obtained, it follows that with increasing rotation speed and decreasing valve timing lift and duration, the temperature of the intake valve head increases. This pattern of the temperature change is caused by deterioration in the valve cooling by air, as well as an increase in the air (gases) temperature in the intake pipe in some modes (Fig. 2).

According to the calculation results (Fig. 3), the temperature of the intake valve head at incomplete opening and a frequency above 4000 rpm exceeds 700K. This means that the design temperature to which a closed intake valve is heated may exceed the recommended temperature range for valve steel [8].

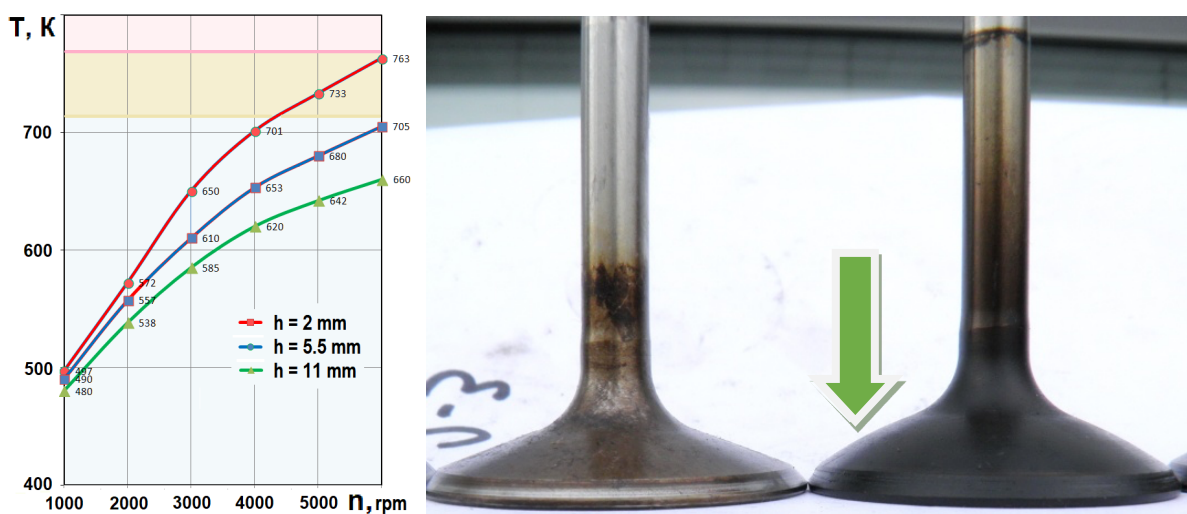


Fig. 3. Dependence of intake valve temperature on rotation speed (left) at various valve lifts and deformation of the head of one of the intake valves in the form of a "tulip" with absence of the adjacent intake valve damage in the same cylinder (left)

Under such conditions, the valve will be subject to creep, and with significant temperature deformation it may completely lose contact with the seat during engine operation. During expert study of the failure of the variable valve timing system of a 3.2 liter V-6 engine with direct fuel injection, the confirmation of the theoretical data was received [2, 7]. So, it was found that in some cylinders one of the two intake valves had a deformed tulip-shaped head with obvious signs of overheating (Fig. 3). At the same time, no signs of thermal damage on the intake valves located next to the damaged ones in the same cylinders were found.

Conclusions. The reason for local deformation of the intake valve heads due to material creep in engines with variable valve timing may be the operation of the intake valve with reduced lift and duration of the open position in the event of control system failure. Such failures concern cases when timely opening of the valve is not ensured with increasing speed and load. In accordance with this, an effective way to prevent creep deformation of the intake valves and engine failure is to use engines equipped with timing control mechanisms, in addition to more reliable designs, intake valves made of more heat-resistant steels.

References

1. Greuter E., Zima S. Engine Failure Analysis. Internal Combustion Engine Failure and Their Causes. SAE International, Warrendale, 2012. 582 p.
2. Khrulev A. Internal combustion engines: Fault expertise and analysis. V.2. Practical determination of fault causes. Chisinau: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2023. 562 p. ISBN: 978-620-6-15367-2.
3. Audi 2.8l and 3.2l FSI engines with Audi valvelift system. Self-Study Programme 411. AUDI AG, Ingolstadt, 2007. 63 p.
4. Khrulev A., Saraieva I., Vorobiov O., Sokhin A. Evaluation of the possibility of using mathematical models for expert research of car engine damage. Vehicle and Electronics. Innovative Technologies, 2022. (21), pp. 79–86. <https://doi.org/10.30977/VEIT.2022.21.0.06>.
5. Wang C.S., Berry G.F. Heat Transfer in Internal Combustion Engines. New York, ASME, 10017 85-WA/HT-23, 2017, pp. 1–7.
6. Wishniewsky T.S., Furmanský P. Thermal Contact Conductance of Valve Face/Seat Interface in IC Engine. Conductivity 24. Joint Conference. Pittsburg, 1999, pp. 97-104.
7. Khrulev A., Dmitriev S. Thermal Damage to Intake Valves in ICE with Variable Timing. International Journal of Automotive and Mechanical Engineering, 2019. Vol. 16. Issue 4, pp. 7243-7258. DOI: <https://doi.org/10.15282/ijame.16.4.2019.06.0540>.
8. ISO 683-15:1992. Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels - Part 15: Valve steels for internal combustion engines. ISO/TC 17/SC, 1992. 12 p.

ЗМІСТ

Розділ 1 ОСВІТА. ПЕДАГОГІКА EDUCATION. PEDAGOGY

| | |
|---|----|
| Антонюк А.О., ПЕДАГОГІЧНА СПАДЩИНА Г. СКОВОРОДИ ТА ЇЇ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ СУЧАСНОГО ВЧИТЕЛЯ | 3 |
| Васьків С.Т., РОЛЬ ПОЛІКУЛЬТУРНОЇ ОСВІТИ У ВИХОВАННІ ДІТЕЙ ТА МОЛОДІ..... | 6 |
| Гордійчук Н.В., ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ | 8 |
| Денищич Р.В., ДО ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ ПІЗНАВАЛЬНИХ ІНТЕРЕСІВ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ | 10 |
| Ємчук Т.В., Семенюк І.В., КОНЦЕПТ «КОМУНІКАЦІЯ» У СИСТЕМІ ПЕДАГОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ | 14 |
| Зайцева Т.В., СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ МУЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ У ВІТЧИЗНЯНІЙ ДОШКІЛЬНІЙ ОСВІТІ | 17 |
| Ільчук К.І., ЗАСТОСУВАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ПОЧАТКОВОЇ ШКОЛИ | 21 |
| Кирилюк С.В., ФОРМУВАННЯ ШАНОБЛИВОГО СТАВЛЕННЯ ДО ЛЮДЕЙ У МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ | 24 |
| Ковтунович В.В., ВИХОВНА СИСТЕМА КЛАСУ | 27 |
| Корнійчук Я.В., ГРИГОРІЙ ВАЩЕНКО ПРО РОДИННЕ ВИХОВАННЯ | 31 |
| Литвин Л.В., ЗАСТОСУВАННЯ ПРИНЦИПІВ СТЕМ НА УРОКАХ ХІМІЇ: ГЕЙМІФІКАЦІЯ, МОБІЛЬНІ ЗАСТОСУНКИ, ДОПОВНЕНА РЕАЛЬНІСТЬ | 34 |

| | |
|---|-----|
| <i>Lisiecka A., Hetman W., Lisiecka N., Kosina S., Maciejak A., Firlej E., Wojciechowska K., SKÓRNE REAKCJE FOTOTOKSYCZNE</i> | 190 |
|---|-----|

Розділ 15 СФЕРА ОБСЛУГОВУВАННЯ SERVICE SECTOR

| | |
|---|-----|
| <i>Канівець В.В., АКТУАЛЬНИЙ СТАН ТУРИСТИЧНОЇ ІНДУСТРІЇ В УКРАЇНІ</i> | 193 |
| <i>Чернуха Л.П., Клапчук В.М., ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ЛІКУВАЛЬНИХ ВОД У САНАТОРНО-КУРОРТНИХ ЗАКЛАДАХ</i> | 198 |

Розділ 16 ТРАНСПОРТ TRANSPORT SERVICES

| | |
|---|-----|
| <i>Khrulev A., SIMULATION OF THERMAL DAMAGE TO INTAKE VALVES IN AUTOMOBILE ENGINES WITH VALVE TIMING CONTROL.....</i> | 202 |
|---|-----|

Розділ 17 МІЖНАРОДНІ ВІДНОСИНИ МІЖНАРОДНІ ЕКОНОМІЧНІ ВІДНОСИНИ. МІЖНАРОДНЕ ПРАВО INTER-DISCIPLINARY PROGRAMMES AND QUALIFICATIONS INVOLVING SOCIAL SCIENCES, JOURNALISM AND INFORMATION. ECONOMICS. POLITICAL SCIENCES AND CIVICS. LAW

| | |
|--|-----|
| <i>Волянська В.В., Заплітна І.А., ПРОБЛЕМИ ПРАЦЕВЛАШТУВАННЯ ІНОЗЕМЦІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ</i> | 206 |
| <i>Гасіна Х.М., КОМПЕНСАЦІЯ ЯК ФОРМА МІЖНАРОДНО-ПРАВОВОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ ДЕРЖАВИ.....</i> | 209 |

Підписано до друку 04.12.2023. Формат 60х84/16. Папір офсетний білий.
Гарнітура «Charter». Друк цифровий. Ум. друк. арк. 12,79.
Зам. № 95. Тираж 75 прим. Ціна договірна.
Виходить українською, англійською та польською мовами.

Видавництво «АА Тандем»
Адреса: 69006, м. Запоріжжя, вул. В. Лобановського, 27, кв. 69
Свідоцтво про внесення до державного реєстру видавців: Серія ДК №2899

Віддруковано з готового оригінал-макета ФОП Москвін А.А.
Адреса: м. Київ, вул. Кирилівська, 47

Інститут інноваційної освіти. Науково-навчальний центр прикладної інформатики НАН України
e-mail: novaosvita@gmail.com; сайт: www.novaosvita.com

**Видання здійснене за експертної підтримки
Науково-навчального центру прикладної інформатики НАН України
03680, Київ-187, просп. Академіка Глушкова, 40**