

NEWS

**OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES**

ISSN 1991-346X

Volume 5, Number 315 (2017), 22 – 25

UDK 539.4: 620.19

N.S. Saidullayeva, N.S. Tagaev, D.T. Pazylova, A.O. Kalikulova

South-Kazakhstan State University after M.O.Auezov, Shymkent
nurila-60@mail.ru

**EFFECT OF SINGLE OVERLOAD
ON THE DEVELOPMENT OF A FATIGUE CRACK**

Abstract. In this paper we present the results of studies on the effect of a single overload on the kinetics of fatigue crack growth rate (FCGR), and the reasons leading to the delay of fatigue crack growth in flat steel specimens with an edge notch. It is known that the presence of stress concentration, and defects in cases of fatigue cracks may occur in the early stages of operation, which lowers the fatigue resistance characteristics of the structure. In these cases, to solve the problems of strength and its increase is necessary to study the kinetics of fatigue crack growth methods applied fracture mechanics. To do this, in this paper are tested and characterized based cyclic crack flat specimens with a cross section 10x60 mm with a notched edge on a universal electrohydraulic machine with servo control of the company «Instron» (England). Changing the FCGR in the impact zone overload evidence of the heterogeneity of plastic deformation zone caused by overload. Slowing and acceleration of crack growth can be affected by the ratio skazat sizes of plastic zones formed before and after the overload and stress distribution in these areas, which leads to the closure of fatigue cracks. For an explanation of these factors during the test were measured closing fatigue cracks to determine the effective scope of the stress intensity factor ΔK_{eff} . Effect of single overload the delay in development of fatigue cracks is dependent on the degree of overload R_q . Based on this study researches developed methods to assess and reasonably extend the survivability of parts, thus enhancing the reliability of the machines.

Keywords: stress, defect, fatigue crack growth rate of a fatigue crack, the stress intensity factor, overload, endurance and reliability.

1. Introduction

Operational reliability and durability of many structures associated with the cyclic strength of their elements, such as, in particular, the operation of the hydraulic turbine impeller blades is on the railway wagon is the half-rails, crankshafts in the engine are exposed to variable loads.

If there is a concentration of stresses and defects in cases of fatigue cracks may occur in the early stages of operation, which reduces the reliability of the structure.

In these cases, to solve the problems of strength and its increase is necessary to study the kinetics of fatigue crack growth (RTH). When operating the machine parts on the kinetics of RTA affect single or multiple overload. They can lead to a delay in the development of a fatigue crack. This phenomenon is of great practical importance for the development of methods to assess the survivability of machine parts.

In this paper we present the results of studies on the nature of the effect of a single overload on the kinetics of fatigue crack growth rate, and the reasons leading to the delay of fatigue crack growth in flat steel specimens with an edge notch.

2. Materials and methods

The starting material for the manufacture of the samples were platen 200 mm thick, the last full-time modes of heat treatment. Samples of cut rolled steel in the rolling direction.

Tests for studies of fatigue crack propagation after a single overload was conducted on flat specimens with a cross section 10h60 mm with one edge notch on the universal machine with servo elektrogidravlicheskey company «Instron» (England).

As is known, the test to determine the properties of materials under cyclic loading are made in a consistent measurement for the given parameters load cycle of length l of a growing fatigue crack and the number of loading cycles N , and on the basis of these data is determined by the rate of fatigue crack growth: $V = dl / dN$ as average increase its length of one cycle at specified test conditions [1].

After that, find the relationship between the FCGR dl / dN on the scope of the stress intensity factor - $\Delta K = K_{max} - K_{min}$, ie builds a so-called kinetic diagram of fatigue failure (KDUR). KDUR are S-shaped curve that has three distinct areas: the near-threshold (I), middle (II) and third (III). Our research is mainly quoted at the junction of I and II sites.

Initsiruyuschy cut edge for initial cultivation of a fatigue crack was performed using a fine mill (thickness = 1 mm) to a depth of 2 mm, then the method elektroerozivnym adjusted length cut to 4 mm. The result is a cut corner radius of about 0.15 mm. It is possible to reduce the load and reduce the time to the initial nucleation of fatigue cracks.

Test samples were carried out at room temperature under a sinusoidal loading frequency of 50 Hz. After the achievement of the fatigue crack length $l = 6\text{mm}$ once handled the sample with an equal degree of overload:

$$R_q = \frac{K_{max}^{i\Delta\sigma}}{K_{max}} = 1,5$$

Where $K_{max}^{i\Delta\sigma}$ the overload load. After this test continued with the former regime. Results of the study RTH shown in Figure 1.

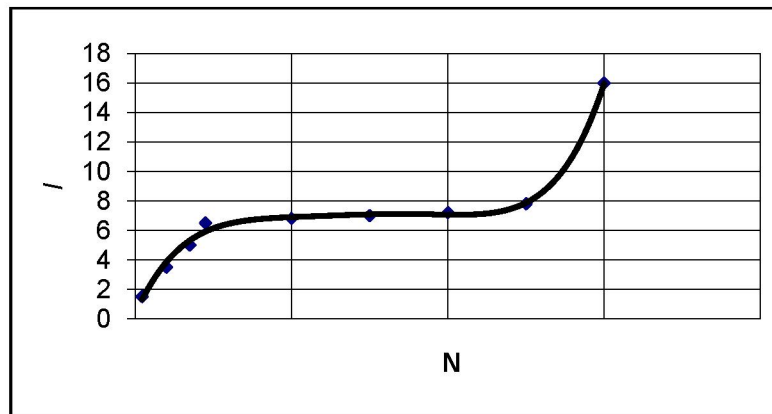


Figure 1

As seen in Figure 1 after the overload crack growth ceases to certain loading cycles. Why stops the growth of cracks and what happens when you overload a single?

Results and discussion. Overload leads to a significant disclosure to the crack tip blunting and vetvlieniyu Usti cracks in the vicinity of which is highly developed plastic zone (Figure 2).



a) before the overload b) after overload

Figure 2: The top of the fatigue crack

In this case, after removal of the load can be seen the residual crack opening. Cyclic loading after an overload leads to the formation of a new crack one of the branches of the crack (Figure 3).



Figure 3. Formation of a new fatigue crack one of the branches

Crack after a certain load is distributed in the zone of plastic deformation created by the overload. In connection with this change the kinetics of the crack. Speed as you move a crack at some distances after application of overload begins abruptly падат, then after reaching the minimum value begins to increase. Before the fall of the FCGR after the overload at first she really "accelerated." This is apparently associated with a break overload load loosened, damaged zone ahead of the initial crack formed by cyclic loading, and closing with the lack of new cracks. FCGR corresponds to a significant slowdown began closing the crack tip, which is observed only after a certain part of the zone of plastic deformation caused by overload [2, 3]. After passing a zone of influence overload FCGR reaches a new steady level will.

3. Results and discussion. Change the CPT in the impact zone overload evidence of the heterogeneity of plastic deformation zone caused by overload. Slowing and acceleration of crack growth can be affected by the ratio skazat sizes of plastic zones formed before and after the overload and stress distribution in these areas, which leads to the closure of fatigue cracks.

Conclusions. For an explanation of these factors during the test were measured closing fatigue cracks to determine the effective scope of the stress intensity factor ΔK_{eff} [4].

Effect of single overload the delay in development of fatigue cracks is dependent on the degree of overload R_q

On the basis of these studies, methods have been developed to assess and renew the vitality of the details that tend to increase the reliability of the machines.

REFERENCES

[1] Mamaev E.I. Methods and the means of tests for cyclic resistance to cracks. Machine building. Encyclopedia in forty volumes / physical-mechanical properties. Testings of metallic materials. No. II-1 / hearth is general. ed. E.I. Mamaevoy. M.: Machine building. **2010**. p. 548-555. (in Russ.).

[2] Influence of the loading conditions on the cyclic resistance to cracks. Machine building. Encyclopedia in forty volumes / physical-mechanical properties. Testings of metallic materials. No. II-1 / hearth is general. ed. E.I. Mamaevoy. M.: Machine building. **2010**. p. 559-569. (in Russ.).

[3] Suresh S. Micromechanisms of fatigue crack growth retardation following overloads // Eng. Fract. Mech. – **1983**. – 18. No.3. P. 577-593. (in Eng.).

[4] Tagaev N.S. Methods of determining the threshold value of the coefficient of intensity stress and the estimation of the effect Elber. Transactions of international scientific and technical conference "The actual problems of mechanics and machine building". city. Almaty, KazNTU named after . K. Satbaev, 17-18 June **2009**. P.195-198 . (in Russ.).

Н.С. Сайдуллаева, Н.С. Тагаев, Д.Т. Пазылова, А.О.Каликулова

М.О.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Мемлекеттік университеті, Шымкент қаласы

БІРРЕТТІ АРТЫҚ ЖҮКТЕМЕНІҢ ШАРШАУ СЫЗАТТЫҢ ДАМУЫНА ӘСЕРІ

Аннотация. Бұл мақалада бірреті артық жүктеменің шаршау сызатының өсу жылдамдығы кинетикасына әсері (ШСЖ) және шеттік ойығы бар жазық болат үлгілерде шаршау сызаттарының өсуін тежейтін себептерді зерттеу нәтижелері келтірілген.

Қолданудың алғашқы кезеңдерінде кернеу мен ақаулардың концентрациясы орын алғанда шаршау сызаттары туындауы мүмкін екені белгілі. Бұл өз кезегінде конструкция элементтерінің шаршауға кедергі сипаттамаларын төмендетеді.

Мұндай жағдайларда, беріктілік мәселелерін шешу және оны арттыру үшін бұзылудың қолданбалы механика әдістерін қолданып, шаршау сызатының өсу кинетикасын зерттеу қажет. Осы мақсатта «Instron» фирмасының (Англия) сервобасқаруы бар әмбебап электрогидравликалық машинада бір шеттік ойығы бар қимасы 10x60 мм жазық үлгілердің циклдік сызатқа төзімділік сипаттамалары сыналғып алынды. Жүктеменің әсер ету аумағында ШСЖ өзгерісі артық жүктеме пайда еткен пластикалық деформация аймағының бертекті еместігін көрсетеді. Сызаттардың өсуінің тежелуі және жеделдетуіне артық жүктемелерден дейін және кейін пайда болған пластикалық деформация аймақтары мөлшерінің қатынасы мен осы аймақтарда кернеулердің таралуы әсерін тигізеді. Осы факторларды түсіндіру үшін сынақ кезінде ΔK_{eff} кернеулер интенсивтілік коэффициентінің эффективті қарқындығын анықтау үшін шаршау сызаттарының жабылуы өлшенді. Бірретті артық жүктеменің шаршау сызатының дамуын тежейтін әсері R_q артық жүктеме дәрежесіне тәуелді.

Осы зерттеулердің негізінде машиналар сенімділігін арттыруға әсерін тигізетін, бөлшектердің өміршеңдігін бағалап, ұзартуға мүмкіндік беретін әдістер әзірленді.

Тірек сөздер: кернеу, ақау, шаршау, сызат, шаршау сызатының өсу жылдамдығы, кернеулердің интенсивтілік дәрежесі, артық жүктеме, өміршеңдік, сенімділік.

УДК 539.4: 620.19

Н.С. Сайдуллаева, Н.С. Тагаев, Д.Т. Пазылова, А.О. Каликулова

Южно-Казахстанский Государственный Университет имени М.О.Ауэзова, г.Шымкент

ВЛИЯНИЕ ОДНОКРАТНОЙ ПЕРЕГРУЗКИ НА РАЗВИТИЕ УСТАЛОСТНОЙ ТРЕЩИНЫ

Аннотация. В этой работе приведены результаты исследований по изучению влияния однократной перегрузки на кинетику скорости роста усталостной трещины (СРТ), и причины приводящих к задержке роста усталостных трещин на плоских стальных образцах с краевым надрезом.

Как известно, что при наличии концентрации напряжений и дефектов в таких случаях могут возникнуть усталостные трещины на ранних стадиях эксплуатации, что снижает характеристики сопротивления усталости элементов конструкции.

В этих случаях, для решения проблем прочности и ее повышение необходимо изучить кинетику роста усталостной трещины методами прикладной механики разрушения. Для этого в этой работе испытаны и получены характеристики циклической трещиностойкости плоских образцах с сечением 10x60 мм с одним краевым надрезом на универсальной электрогидравлической машине с сервоуправлением фирмы «Instron» (Англия). Изменение СРТ в зоне воздействия перегрузки свидетельствует о неоднородности зоны пластической деформации, вызванной перегрузкой. На замедление и ускорение роста трещины, можно сказать влияет соотношение размеров зон пластической деформации, образованных до и после перегрузок, и распределение напряжений в этих зонах, что обуславливает закрытие усталостной трещины. Для объяснения этих факторов во время испытаний измерялись закрытия усталостных трещин для определения эффективного размаха коэффициента интенсивности напряжений ΔK_{eff} . Влияние однократных перегрузок на задержку в развитии усталостной трещины зависит от степени перегрузки R_q .

На основании этих исследований разработаны методы позволяющие оценить и обоснованно продлить живучесть деталей, тем самым повысить надежность машин.

Ключевые слова: напряжение, дефект, усталость, трещина, скорость роста усталостной трещины, коэффициент интенсивности напряжений, перегрузка, живучесть, надежность.

Сведения об авторах:

Сайдуллаева Нурида Сайдуллаевна – к. ф.-м.н., доцент, зав. кафедрой «Физика для технических специальностей» ЮКГУ им.М.Ауэзова, 87073735675, nurila-60@mail.ru;

Тагаев Нурлыбек Сайдуллаевич- к.т.н. доцент кафедры «Транспорт, транспортная техника и организация перевозок» ЮКГУ им.М.Ауэзова., 87013430169, nureke_55@mail.ru;

Пазылова Дана Темирбековна– магистр, старший преподаватель кафедры «Физика для технических специальностей» ЮКГУ им.М.Ауэзова, 87478989526, danapazyl_@mail.ru;

Каликулова Ахмарал Омিরалиевна -магистр, старший преподаватель кафедры иностранных языков для гуманитарных специальностей ЮКГУ им.М.Ауэзова, 8 7052256595, mara.81-15@mail.ru