

users in the region (taking into account the location) in the general event feed.

To add their own events, the users must log in to the Facebook social network (hereinafter referred to as the FB). Viewing of the event feed is available to unauthorized users (guest). An authorized users can also repost events in their FB profile (not a link, but an automatic creation of a post in the FB).

When the user authorizes a profile photo (avatar), the name and surname in their profile in the FB are read and stored on the server. Also, authorization is stored in the cache on the user's device for subsequent automatic login to the profile.

Each event is necessarily linked to a point on the map (by the user's location, or to the indicated address or point on the map), the event category is pointed out (food and gatherings, dances and music, entertainment and games, movies and concerts, etc.) may have a description (the maximum length is 500 characters) and the photo is necessary (download from the device or camera). Also, the date and time of publication, the author and the counter of unique views (something similar to likes) are automatically linked to the event. Guests are not taken into consideration. Authorized users can leave comments under the events (comments can be deleted both by the author of the post, and by the author of the comment).

All events are stored 24 hours and then they are deleted automatically, they can also be deleted earlier by the author.

In the event feed, posts can be sorted by 2 items: the publication time, of the most interest. Sorting by default is set to "top display". Interesting events are determined by the number of likes. In the feed, events are displayed in a short list: author, location, photo, short description up to 3 lines, number of likes and comments, category, date and time of publication. There is a button "more" under the photo, when clicked on, the current event is displayed in a new window in a detailed form: the same structure as in the short form, but full display of text and all comments. The user can also leave a comment in this window.

In addition to the feed, it is possible to display events on the map. The location of the user is also indicated on the map. Events on the map are marked. When you click on the mark, a brief description of the event opens: author, photo, text-description, publication time, category. When you click on the short content, the complete content is displayed in a new window. When you

click on a map, or another mark, the summary of the current event is closed, the summary of the new mark that the user has selected opens.

All events at the time of publication are sent to the server and written to the database. In the event feed, all data is read from the server according to the filters set (region and categories that the user can select in the settings) and displayed on the user's device. Also, users data are stored on the server: authorization, nickname, avatar, selected settings, the number of publications, selected events (those which they liked). On the profile page, the users can change their data, settings, avatar, go to favorites.

The administration panel is located on the server. One can access the panel through the site, using administrator login and password. The administrator can view and edit the whole database, block/delete/edit user profiles, posts, comments, set the timer to store events on the server (by default is 24 hours), after which they are deleted from the server automatically. When deleting events, they are also deleted from the list of favorites in the user profile, and all comments to this event are deleted. In addition, the administrator has access to statistics of guests, authorized users, events for all time, for a specific period (day/week/month/3 months/year), by category, by region. The photos are compressed to 800x800 size, user avatar: 200x200, maps load only the current user region and events within the region.

The developed mobile application is not a complete version, it is still being developed and improved. At the moment, it is popular among the students of S. Toraighyrov PSU. In our opinion, this mobile application has a perspective for further development.

#### References

1. "Digital Kazakhstan" state program for 2017-2020. Project//Zerde\_Text\_v1\_ГПЦК\_14092016. Electronic source - [http://aues.kz/news\\_info/KZ\\_2018.pdf](http://aues.kz/news_info/KZ_2018.pdf).
2. Illustrative Initiatives and Policy Implications: working Paper Series on Mobile Learning. Global-Themes. – Paris, 2012. – 22 p.
3. Kukulska-Hulme A. Mobile learning for quality education and social inclusion. Policy Brief. – M.: UNESCO Institute for Information Technologies in Education (IITE), 2010 // <http://iite.unesco.org/publications/3214679>. 20.05.2017.

---

## УЧЁТ ЦИКЛИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ И ОДНОСТОРОННЕГО НАКОПЛЕНИЯ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ МАЛОЦИКЛОВОЙ УСТАЛОСТИ

---

**Пенкин Н.С.**

*д.т.н., профессор Института повышения квалификации СКФУ г.Ставрополь*

**Пенкин А.Н.**

*к.т.н., доцент Инженерного института СКФУ г.Ставрополь*

**Милованова Л.Н.**

*к.пед.н., доцент Инженерного института СКФУ г.Ставрополь*

**Паутина Е.Д.**

*студентка 3 курса Инженерного института СКФУ г.Ставрополь*

**АННОТАЦИЯ:**

Предлагается метод расчёта диаграмм малоциклового деформирования с учётом циклической нестабильности и одностороннего накопления пластических деформаций.

**ANNOTATION:**

In the article the method of calculation of low-cycle deformation diagrams with considering of cyclic instability and unilateral accommodation of plastic deformations.

**Ключевые слова:** малоцикловая усталость, диаграмма деформирования, разрушение, расчёт.

**Key words:** low-cycle fatigue, deformation diagram, destruction, calculation.

Все известные критерии малоциклового усталостного разрушения и кинетические уравнения повреждений строятся на деформационных или энергетических представлениях. В том и другом случае необходимо располагать подходящим вариантом теории пластического деформирования материала, принимающей во внимание, прежде всего такой решающий фактор, как деформационную анизотропию. Без учёта деформационной анизотропии расчёты на малоцикловую усталость вообще не возможны, так как материал, обладающий этой способностью, будет в условиях мягкого нагружения постоянно приспосабливаться к заданному режиму,

то есть петли пластического гистерезиса будут закрываться.

Таким образом, расчётная модель материала должна, прежде всего, отражать деформационную анизотропию, которую в условиях линейного растяжения-сжатия принято называть эффектом Баушингера. Другими важными свойствами материала, отражающими его сопротивление малоцикловой усталости, являются циклическая нестабильность (изменение ширины петли пластического гистерезиса в процессе нагружения) и одностороннее накопление пластических деформаций.

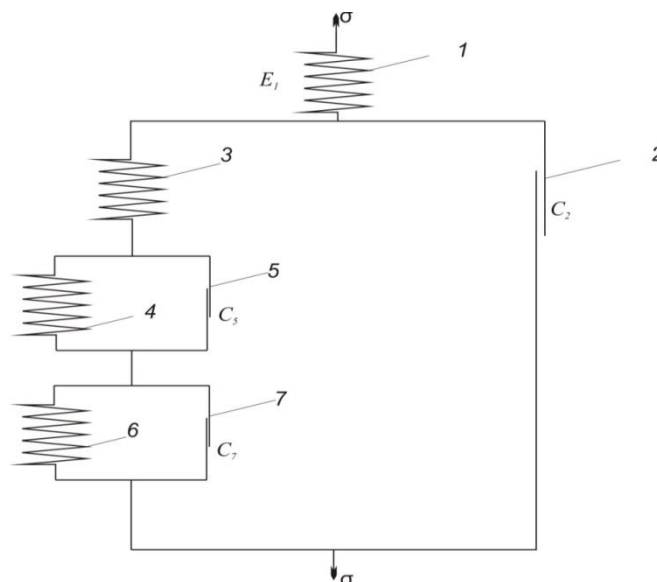


Рисунок 1 – Структурная модель материала

Рассмотрим структурную модель элемента гипотетического материала, которая учитывает только деформационную анизотропию.

На рис. 1 приведён вариант такой модели, параметры которой:  $E_1, E_3, E_4, E_6$  – коэффициенты жёсткости соответствующих узлов;  $C_2, C_5, C_7$  – предельные сопротивления.

Зависимость между деформацией и напряжением при первоначальной нагрузке записывается в следующем виде. При  $\sigma < C_2$ :  $\varepsilon = \frac{\sigma}{E_1}$ , откуда видно, что  $E_1$  – обычный модуль упругости, а  $C_2$  можно рассматривать как технический предел текучести  $\sigma_y$ . При  $C_2 + C_5 > \sigma > C_2$ .

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_1} + \frac{\sigma - C_2}{E_3} \quad (1)$$

При  $C_2 + C_7 > \sigma > C_2 + C_5$  (с дополнительным условием  $C_7 > C_5$ ) выражение деформации имеет вид:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_1} + \frac{\sigma - C_2}{E_3} + \frac{\sigma - C_2 - C_5}{E_4}, \quad (2)$$

Наконец при  $\sigma > C_2 + C_7$  мы имеем:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E_1} + \frac{\sigma - C_2}{E_3} + \frac{\sigma - C_2 - C_5}{E_4} + \frac{\sigma - C_2 - C_7}{E_6}, \quad (3)$$

При разгрузке происходит сначала только обратная деформация ветви 1, включающей звено с модулем упругости  $E_1 = E$ , тогда как система остальных ветвей ведёт себя, как абсолютно твёрдое тело, в котором, однако существуют внутренние остаточные напряжения и соответствующие им остаточные упругие деформации ветвей 3,4,6. В тот момент, когда напряжение уменьшается на величину  $2C_2$  начинается обратная деформация ветвей 2 и 3. Когда напряжение уменьшается на величину  $2(C_2 + C_5)$  в обратную деформацию включаются ветви 4 и 5, и, наконец, при уменьшении напряжения на величину  $2(C_2 + C_7)$  происходит обратная деформация всей системы состоящей из ветвей 2-7.

С учётом вышеизложенного, строились петли пластического гистерезиса при различных значениях коэффициента асимметрии  $R_\sigma$  и максимального напряжения цикла  $\sigma_{max}$ . В качестве примера на рис.2 показаны экспериментальная (пунктирная

линия) и расчётная (сплошная линия) петли пластического гистерезиса при  $\sigma_{max} = 638$  МПа и  $R_\sigma = -1,0$ .

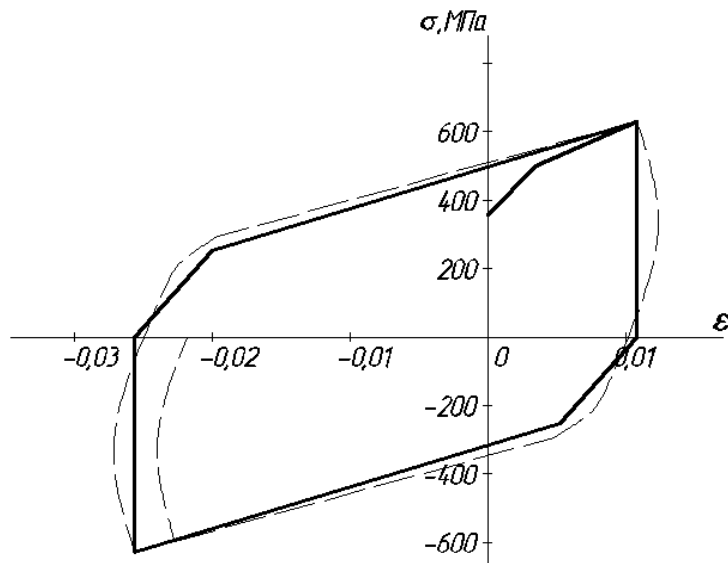


Рисунок 2 – Петля пластического гистерезиса

Для учёта циклической нестабильности и одностороннего накопления пластических деформаций в рамках наших представлений попытаемся использовать идею обобщённого принципа Мазинга, которая в нашем случае получает следующую интерпретацию: при переходе от  $n$ -го к  $n+1$ -у циклу, на диаграмме циклического деформирования изменяются масштабы напряжений и деформаций при сохранении общей формы закона пластического деформирования. В случае мягкого нагружения достаточно менять масштаб деформаций. Заметим, что этого вероятно достаточно и в случае жесткого,

а также смешанного нагружения. В наших пределах, представление изменения масштаба деформаций, равносильно изменению коэффициентов жесткости  $E_3$ ,  $E_4$  и  $E_6$ . Если при этом коэффициенты жесткости изменяются одинаково для чётных и нечётных полуциклов, то от цикла к циклу будет приходиться изменение ширины петли гистерезиса. Если же указанные коэффициенты жесткости будут изменяться в чётных и нечётных полуциклах неодинаково, то наряду с циклической нестабильностью появится ещё и одностороннее накопление пластических деформаций. Для иллюстрации того и другого случая приводится рисунок 3.

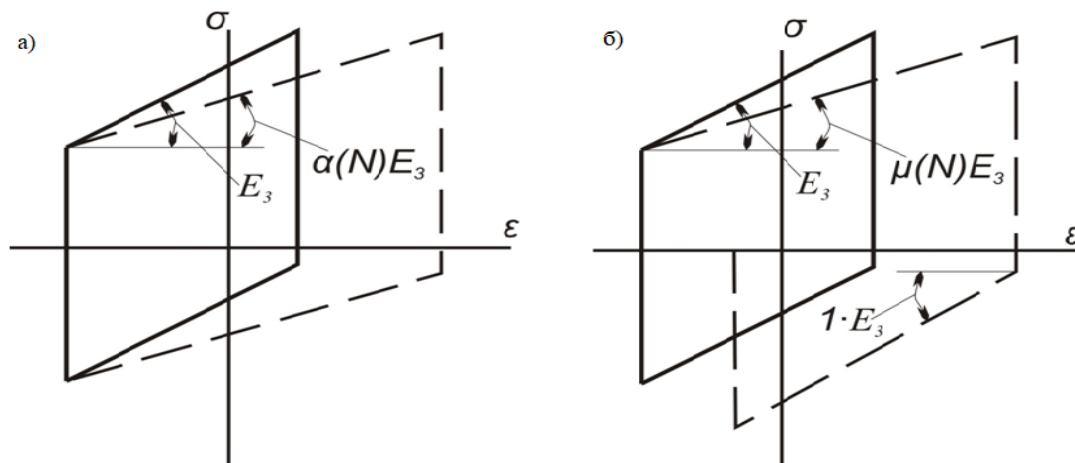


Рисунок 3 – Изменение размеров петель пластического гистерезиса при циклической нестабильности (а) и одностороннем накоплении пластических деформаций (б).

Таким образом, учёт в аналитических зависимостях циклической нестабильности материала и одностороннего накопления пластических дефор-

маций в условиях линейного напряженного состояния сводится к установлению экспериментальных зависимостей коэффициентов жёсткости ветвей 3, 4, и 6 от числа циклов нагружения. Для простоты

можно принять, что все коэффициенты жёсткости  $E_3$ ,  $E_4$  и  $E_6$  изменяются в одинаковом отношении, но при этом приходится учитывать не только влияние номера цикла, но и коэффициент асимметрии  $R_\sigma$ .

В связи с вышесказанным, выражение для определения деформаций (3) переписывается в виде:

$$\varepsilon = \frac{\sigma - C_2}{\gamma(\delta) \cdot \alpha(N) \cdot E_3} + \frac{\sigma - C_2 - C_5}{\gamma(\delta) \cdot \alpha(N) \cdot E_4} + \frac{\sigma - C_2 - C_7}{\gamma(\delta) \cdot \alpha(N) \cdot E_6} \quad (4)$$

где  $\alpha(N)$  – коэффициент, зависящий от числа циклов нагружения, с помощью которого учитывается циклическая нестабильность;

$\gamma(\delta)$  – коэффициент, зависящий от уровня максимальных напряжений  $\sigma_{max}$  и коэффициента асимметрии  $R_\sigma$ .

Для чётных полуциклов  $\gamma(\delta) = 1$ , а для нечётных  $\gamma(\delta) < 1$ . При различных значениях коэффициента  $\gamma(\delta)$  в чётных и нечётных полуциклах будет происходить одностороннее накопление пластических деформаций. Коэффициент  $\gamma(\delta)$  определяется по исходной экспериментальной информации об одностороннем накоплении пластических деформаций для ряда значений  $\sigma_{max}$  при различных  $R_\sigma$ . Такая экспериментальная информация может быть получена из опытов на малоцикловую усталость в условиях линейного напряженного состояния с различными коэффициентами асимметрии при обязательной записи диаграмм деформирования.

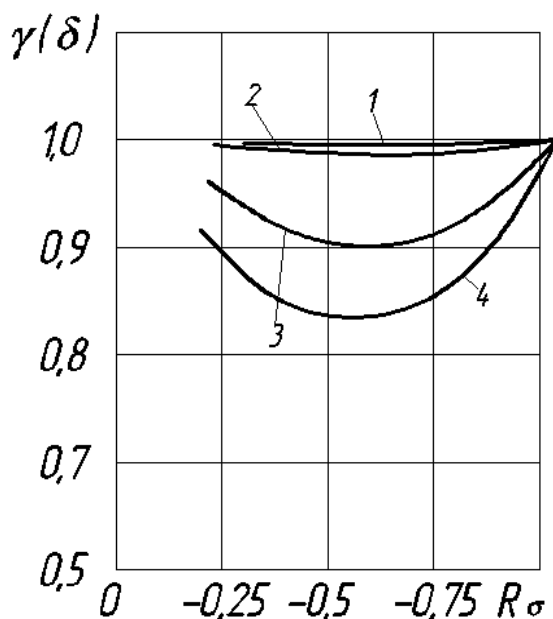


Рисунок 4 – График изменения коэффициента  $\gamma$  в зависимости от коэффициента асимметрии  $R_\sigma$ . (1 -  $\sigma_{max} = 454$  МПа; 2 -  $\sigma_{max} = 508$  МПа; 3 -  $\sigma_{max} = 582$  МПа; 4 -  $\sigma_{max} = 638$  МПа).

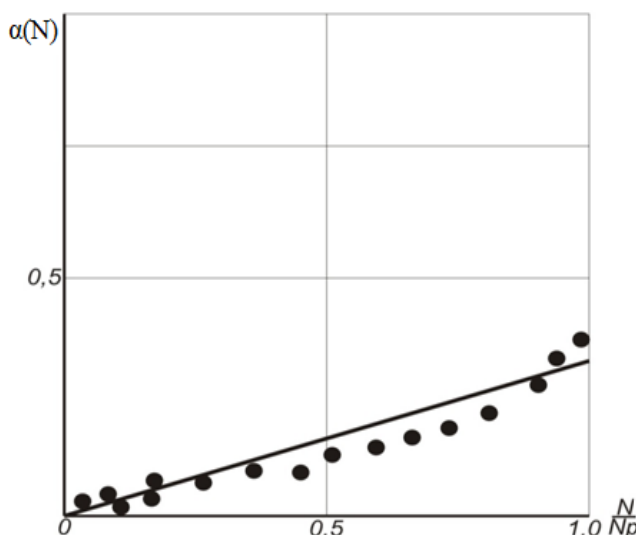


Рисунок 5 – Зависимость приращения ширины петли гистерезиса за один цикл от числа циклов нагружения (точки – эксперимент)

В результате проведённых экспериментальных исследований на образцах из стали 45 были получены значения  $\alpha(N)$  и  $\gamma(\delta)$  при различных значениях  $\sigma_{max}$  и  $R_\sigma$  (рисунки 4 и 5). На основании этих

данных можно определять текущие значения коэффициентов жёсткости ветвей 3,4,6 и рассчитывать полную диаграмму циклического деформирования.

с учетом циклической неустойчивости и одностороннего накопления пластических деформаций. Результат такого расчёта для  $\sigma_{max} = 638\text{МПа}$  и  $R_\sigma = -1,0$  показан на рисунке 6.

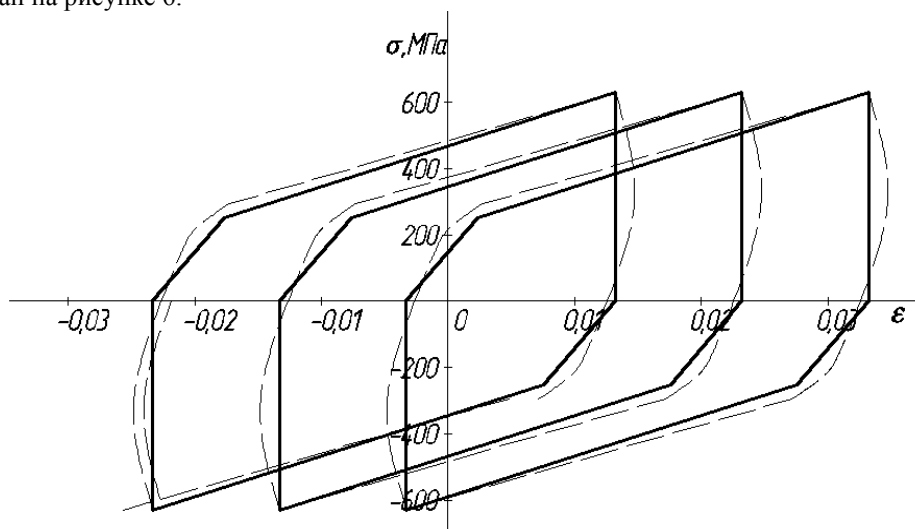


Рисунок 6 – Диаграмма циклического деформирования

Задачей дальнейших исследований является прогнозирование долговечности малоциклового усталости с помощью расчётных диаграмм малоциклового усталости.

#### Список литературы

1. Павлов П.А. Механические состояния и прочность материалов.-Л.:Изд.ЛГУ,1980-175С.
2. Пенкин А.Н. Построение диаграмм малоциклового деформирования при расчётах на малоцикловую усталость в условиях сложного напряженного состояния//Известия вузов. Машиностроение. 1989.№12.С11-14.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ МОРСКОГО ЛЬДА НА ИЗГИБ ВДОЛЬ ПОБЕРЕЖЬЯ БОХАЙСКОГО ЗАЛИВА. СРАВНЕНИЕ С ПРЕДЕЛОМ ПРОЧНОСТИ МОРСКОГО ЛЬДА НА ИЗГИБ МОРЕЙ РУССКОЙ АРКТИКИ.

Ли Шуньин, Пэн Чэн, Пяткин В.А.

#### АННОТАЦИЯ:

В процессе данного исследования в натуральных и лабораторных условиях были измерены показатели сопротивления образцов морского льда изгибу, собранные в девяти точках вдоль береговой линии Бохайского залива. В ходе экспериментов также были измерены солёность и температура морского льда, величины, которых оказывают влияние на предел прочности льда при изгибе. Анализ характеристик, влияющих на прочность льда, проводился в заливе Лайчжоу, на западном и восточном побережье Ляодунского залива. Также в исследовании рассмотрено влияние объема рассола (температуры и солёности) и скорости нагружения на характеристики сопротивления морского льда изгибу. Выполненные исследования сопоставлены с результатами исследований прочностных характеристик льда Арктических морей России. А так же даны рекомендации по использованию строительных и проектировочных норм и правил, используемых в России для проектирования морских сооружений в Бохайском заливе.

**Ключевые слова:** Бохайский залив; морской лёд; предел прочности при изгибе; экспериментальные испытания

Ледовая нагрузка является одним из главных факторов внешнего воздействия, значение которого необходимо учитывать при проектировании, строительстве и эксплуатации морских сооружений, предназначенных для работы в районах с ледовыми условиями. Наряду с тем, что величина и вид ледовой нагрузки связаны с формой и габаритами морского сооружения, также на их значения

оказывают влияние физико-механические свойства льда.

При взаимодействии льда с морскими ледостойкими платформами конической формы, искусственными островами с наклонными боковыми гранями и другими морскими сооружениями основное разрушения льда происходит за счет изгиба. При этом величина ледовой нагрузки зависит от предела