

05.23.01

DOI

УДК 624: 69.059.4:519.2

УЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В РАСЧЕТАХ ДОЛГОВЕЧНОСТИ УНИКАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СООРУЖЕНИЯ

*Кшнякин А.Ю., Цуприк В.Г.**КШНЯКИН АНТОН ЮРЬЕВИЧ – ассистент, e-mail:**Кафедра строительных конструкций и материалы Инженерной школы (89146704796)**ВЛАДИМИР ГРИГОРЬЕВИЧ ЦУПРИК – к.т.н**Заведующий кафедрой строительных конструкций и материалов Инженерной школы**(89241212374)**Дальневосточный федеральный университет**Суханова ул., 8, Владивосток, 690091*

ACCOUNTING FOR CHANGES IN THE STRENGTH CHARACTERISTICS OF STRUCTURAL MATERIALS IN CALCULATING THE LONGEVITY OF UNIQUE STRUCTURES ON THE BASIS OF THE DYNAMIC PARAMETERS OF THE STRUCTURE

*Anton Y. Kshnyakin, Vladimir G. Tsuprik**ANTON Y. KSHNYAKIN - assistant of the Department of Building Constructions and Materials Engineering School (Far Eastern Federal University, Vladivostok, Sukhanova, 8, 690091), e-mail: kshnyakin93@inbox.ru**VLADIMIR G. TSUPRIK - candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Building Structures and Materials Engineering School (Far Eastern Federal University, Vladivostok, Sukhanova, 8, 690091), e-mail: tsuprik.vg@dvfu.ru*

АННОТАЦИЯ:

В последние годы увеличилось количество строительных проектов уникальных зданий и сооружений. Не учет внутренних дефектов и возможности «провоцирования» ими аварий на таких объектах могут привести не только к большим экономическим, но и социальным и экологическим потерям. Аварии на объектах, как правило, имеют неожиданный характер, но процессы, приводящие к такого рода последствиям, могут развиваться длительное время. Поскольку уникальные здания и сооружения имеют повышенный уровень ответственности по назначению, то возникает необходимость в обеспечении их надёжности. Существенное влияние на её значение оказывает изменение физико-механических характеристик конструкционных материалов. Поэтому при назначении расчетного срока эксплуатации сооружения необходимо учитывать этот процесс. В данной статье представлена методика учета «старения» материала при определении долговечности сооружения на основе динамического критерия в качестве, которого принята частота свободных колебаний основного тона, являющаяся интегральной характеристикой прочности конструкции. Полученная на его основе функция позволит, при назначении срока службы объекта, определять необходимый уровень надёжности.

В данной статье рассмотрены проблемы несоответствия параметров расчетных моделей конструкций параметрам, характеризующим работу реальных объектов. Затронуты причины несовпадения механических показателей прочности бетона в реальных конструкциях и полученных при лабораторных испытаниях. Дается объяснение условности вида внешнего воздействия, определяющего тип используемых расчетных моделей нагрузок, таких как сосредоточенная сила, распределенная нагрузка, импульс и т.д. Также показано, что оценка прочности, устойчивости, сейсмостойкости конструкций ведется в рамках принятых гипотез, которые основаны на известных практике особенностях работы сооружения. Обоснована необходимость учета изменения прочностных параметров конструкционных материалов в расчетах долговечности конструкций при проектировании. На примере статически определимом стержне продемонстрирована методика учета снижения механических характеристик материала на основе динамического параметра сооружения.

In recent years, the number of construction projects for unique buildings and structures has increased. Not taking into account internal defects and the possibility of "provoking" them accidents at such facilities can lead not only to great economic, but also to social and environmental losses. Accidents on objects, as a rule, have an unexpected character, but the processes leading to such consequences can develop for a long time. Since unique buildings and structures have an increased level of responsibility for the purpose, there is a need to ensure their reliability. A significant influence on its value is due to a change in the physico-mechanical characteristics of

structural materials. Therefore, when assigning the design life of the structure, this process must be taken into account. This article presents a technique for taking into account the "aging" of a material in determining the longevity of a structure on the basis of a dynamic criterion in quality, which is the frequency of free oscillations of the fundamental tone, which is an integral characteristic of the structural strength. The function obtained on its basis will allow, when assigning the service life of the object, to determine the required level of reliability.

In this article, the problems of the mismatch of the parameters of the design models of constructions with parameters characterizing the operation of real objects are considered. The reasons for the discrepancy between the mechanical strength indices of concrete in real structures and those obtained in laboratory tests are discussed. An explanation is given for the conventional nature of the type of external action determining the type of calculation models of loads used, such as concentrated force, distributed load, impulse, etc. It is also shown that the evaluation of the strength, stability, seismic stability of structures is carried out within the framework of accepted hypotheses, which are based on well-known practice features of the construction work. The necessity of taking into account the change in strength parameters of structural materials in calculating the durability of structures during design is substantiated. The example of a statically determinate rod demonstrates a technique for taking into account the reduction in the mechanical characteristics of a material on the basis of the dynamic parameter of the structure.

Key words: *unique structure; reliability; durability; security; monitoring of building*

Ключевые слова: уникальное сооружение; надежность; долговечность; безопасность; мониторинг

Введение

Проектирование уникальных зданий и сооружений (далее - сооружений) связано с решением ряда проблем, выходящих за рамки накапливаемого и отражаемого в соответствующих нормативных документах коллективного опыта [6]. В связи с малым объемом строительных проектов такого уровня необходимо тщательно контролировать, что бы в разрабатываемых расчетных моделях высотных, большепролетных и уникальных сооружений были учтены все особенности принимаемых расчетных схем, сочетаний нагрузок, а также все особенности физико-механических характеристик материалов с учетом сроков службы сооружений. Как правило, невозможно с полной уверенностью гарантировать соответствие между параметрами расчетных моделей и характеристиками реальных объектов. Ввиду того, что уникальные сооружения имеют повышенный уровень ответственности по назначению КС-3 [6], отказы конструкций в которых могут привести к большим экономическим и социальным потерям, к серьезным экологическим последствиям и пр., становится очевидной важность обеспечения высокой степени надежности и безопасности эксплуатации таких объектов в течение всего расчетного срока их службы.

Если, в общем случае, рассматривать надежность как комплексное свойство, определяемое через безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость технических систем [1,7], то для конкретных сооружений и условий их эксплуатации надежность можно рассматривать как долговечность - свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния. Это означает, что вплоть до последнего дня расчетного срока службы сооружения оно должно обладать заданным состоянием [6].

Учитывая изложенное выше, в качестве объекта данного исследования рассматривается долговечность уникальных сооружений, обуславливаемая неизменностью расчетной модели и примененных в ней расчетных параметров. Как известно [14], существенное влияние на долговечность (срок

службы) сооружения оказывают изменения физико-механических характеристик конструктивных материалов, использованных при реализации проекта сооружения. Не рассматривая аспекты возможных изменений расчетной схемы сооружения (модели) из-за возможных изменений жесткости ее отдельных элементов, рассмотрим в качестве предмета исследования влияние снижения прочности материала конструкции на ее долговечность. Целью данной статьи является обоснование метода учета изменения прочностных характеристик конструктивных материалов на основе использования динамических (в данном исследовании частота основного тона) параметров уникальных сооружений. Представленная методика основана на использовании автоматизированной системы мониторинга (СМ) конструкций. Их применение достаточно ново для отечественной практики. Первая СМ на дальнем востоке была установлена при строительстве моста «Русский» и «Золотой». Все работы авторов [4,5,7-11,15] нацелены на оценку технического состояния сооружения и предупреждение о критическом его состоянии. Но ни в одной из них не высказывается идея об использовании СМ для учета снижения механических характеристик материала конструкций при строительстве подобных сооружений в будущем.

Актуальность данной темы обусловлена, во-первых, увеличением количества строительных проектов уникальных объектов, проблемы которых выходят за рамки нормативных документов, во-вторых, недостатком статистических данных для оценки долговечности конструкций таких сооружений.

Обоснование необходимости обеспечения надежности уникальных сооружений

Из определения долговечности [6] следует, что возводимое или построенное сооружение с заданной вероятностью должно соответствовать расчетной модели объекта в течение всего заданного срока эксплуатации. Однако при создании расчетной модели параметры материалов и расчетные

схемы конструкций, равно как и внешние воздействия проектировщиком идеализируются, что приводит к ряду несоответствий и неопределенностей между расчетной моделью и реальным сооружением через некоторое время после ввода его в эксплуатацию. В то же время, условие сохранения уровня надежности сооружения должно соблюдаться и в конце расчетного срока его службы. Это требование может быть соблюдено, если на стадии разработки проекта будет учтено изменение значения «передаточной функции», связывающей расчетное значение внешнего воздействия на сооружение Q и расчетного значения реакции R на это воздействие сооружения. Передаточная функция зависит от особенностей сооружения и характера воздействия внешней нагрузки. Надежная работа сооружения будет обеспечиваться, если будет выполняться неравенство:

$$R > Q, \quad (1)$$

Для конкретных строительных объектов и условий их эксплуатации надежность может определяться долговечностью сооружения – свойством объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния с необходимым прерыванием для технического обслуживания и ремонтов. Следовательно, при расчете долговечности сооружения по предельным состояниям необходимо, чтобы реакция сооружения R , являющаяся его обобщенной прочностью, была больше обобщенного внешнего воздействия Q в течение всего периода эксплуатации. В такого рода расчетах, влияние случайных разбросов параметров, учитываемых расчетной моделью, на надежность и срок эксплуатации сооружения устанавливается методами статистики и теории вероятности.

Основным расчетным параметром при определении надежности и долговечности сооружения является прочность конструкционных материалов, применяемых в проекте. Таким образом, для достижения высокого уровня вероятности расчетной надежности сооружения необходимо, чтобы показатели прочности материала, полученные при испытании образцов, соответствовали требуемым показателям прочности материала сооружения, полученным при расчете модели конструкции. Бетон, например, обладает высокой степенью неоднородности, на прочность которого значительно влияет история образования, физическое состояние, условия испытания и многие другие факторы. Ввиду множества разнообразных факторов учесть всевозможные их влияния на прочность не предоставляется возможным. Поскольку, как правило, образцы бетона изготавливаются отдельно от конструкции и испытываются в определенных условиях отличных от реальных, то исходя из выше перечисленного можно сделать вывод, что показатели прочности, полученные в лабораторных испытаниях, изначально не идентичны натурным. Бетон всегда имеет дефекты в виде микро или макротрещин, положение которых в испытуемом материале влияет не только на показатель прочности, затраты энергии на разрушение, но и на вид напряженно-деформированного состояния в образце.

Здесь следует отметить, что в настоящее время хорошо известно об отсутствии полного соответствия между напряженно-деформированным состоянием одиночного испытуемого по «одноосной» схеме образца и таким же объемом материала в расчетном элементе конструкции. Для учета и корректировки такого несоответствия значений разрушающих напряжений, полученных при испытании напряжениям вводимых в расчетную модель, в расчетной модели используются различные коэффициенты, которые отражены в нормативных документах. На практике они учитываются с помощью коэффициентов надежности по нагрузке, материалу, условию работ, назначению сооружения и т.д. Однако такой детерминистический подход не гарантирует необходимой вероятности получения планового срока безотказной работы конструкции, получаемого расчетом. Дело в том что, несмотря на то, что величины R и Q имеют одинаковые размерности, эти величины являются функциями времени и прочностные параметры материала изменяются со временем вследствие усталости, старения, накопления дефектов и т. д., что может повысить вероятность наступления предельного состояния сооружения при более низких значениях критического нагрузки на сооружение Q и сокращения срока его службы. Поэтому, кроме случайных разбросов значений параметра прочности основного конструкционного материала сооружения в период испытания его образцов, могут также существовать и отличия начальных, определенных на момент возведения, значений этого параметра, от значений прочности на период работы сооружения, приближенного к окончанию срока его службы. Поэтому, такие изменения должны быть учтены уже на стадии проектирования.

Помимо этого, внешнее воздействие на сооружение функционально зависит от нагрузки $Q=Q(W)$, которая характеризует взаимодействие окружающей среды с сооружением. Они мало изучены из-за большой изменчивости их во времени и пространстве. Поэтому внешнее воздействие Q полученное при использовании моделей нагрузок, таких как: сосредоточенная сила, распределенная нагрузка, импульсы и т.д., является условным. Например, для таких уникальных сооружений как нефтегазовые платформы при моделировании нагрузки кромки льда на поверхность опоры в нормах предполагается, что их примыкание является плотным и распределение напряжений в толще льда является равномерным. Однако в реальных условиях такого плотного прилегания нет. Нагрузка в различных точках поверхности контакта передается на опору через несколько различных участков (зоны высокого давления НРЗ). При этом разрушение и образование новых НРЗ постоянно меняется. Процесс контактного разрушения льда является сложным процессом и широко применяемая гипотеза сопротивления материалов о равномерности распределения по площади контакта нагрузки от льда, передаваемой сооружению, неспособно описать всю сложность этого явления,

что может привести к неправильной оценки воздействия нагрузки на сооружение и отказам конструкции [3].

В проектной практике оценка прочности, устойчивости, сейсмостойкости зданий и сооружений осуществляется в рамках принятых гипотез (моделей). При выборе расчетной схемы проектировщик стремится приблизить алгоритм ее поведения к алгоритму поведения реальной конструкции. Следовательно, в расчетные методы закладываются известные практике особенности работы конструкций. Поскольку все воздействия на сооружение учесть невозможно, а характер работы конструкции и материала назначается исходя из предшествующего опыта строительства, то, по мнению проектировщика, пренебрегаются второстепенные факторы, которые незначительно влияют на напряженно-деформированное состояние системы. Например, в настоящее время в Строительных Правилах [13] закреплен линейно-спектральный метод (ЛСМ) оценки сейсмостойкости сооружения. В данном методе сейсмические нагрузки определяются с использованием спектров откликов, зависят от динамических характеристик сооружения, но в расчете на прочность считаются приложенными статически, потому что удобно для пользования этим методом. Расчет ведется в упругой постановке, что при слабых землетрясениях является вполне допустимым ввиду незначительной нелинейности в сопротивлении внутренних связей в материале элементов конструкции. В то же время при сильных землетрясениях материал конструкции работает в нелинейной области. В этом случае, при достижении вызванного сейсмической нагрузкой в отдельной связи предельного внутреннего усилия, достигнувшего предела текучести материала, обрушение конструкции может не произойти из-за кратковременности её действия за пределом упругости материала. Поэтому разрушение конструкции может произойти только при значительной потере жесткости, которая будет следствием воздействия нескольких последовательных циклов нелинейной деформации. Поэтому, поведение конструкции, и её повреждение за пределом упругости зависят не от внутренних усилий в материале конструкции, вызванных действием сейсмической нагрузки, а от деформаций, вызываемых этими усилиями. ЛСМ приводит к ошибочному представлению работы конструкции при сильных землетрясениях [12].

Приведенные несоответствия между расчетной моделью и реальным сооружением осложняются небольшим количеством реализованных проектов такого уровня. Поэтому заранее нельзя предсказать с должной уверенностью поведение будущей конструкции в течение её эксплуатации. А так как уникальные сооружения имеют повышенный уровень ответственности по назначению, то возникает необходимость в обеспечении надежности таких систем.

Обоснование необходимости учета изменения прочностных параметров конструктивных материалов в расчетах долговечности сооружения.

Методика оценки долговечности конструкции

Практически все воздействия на сооружение являются случайными величинами или случайными процессами, для которых важным понятием, при вероятностном обосновании является *обеспеченность*. Исходя из этого, принятая величина нормативной нагрузки не должна превышать с определенной вероятностью некоторого опасного значения. Часто в качестве нормативного значения используются величины, превышаемые в среднем раз в T_c лет. Для учета возможного отклонения внешних нагрузок (в большую сторону) в реальных условиях от нагрузок, принятых в проекте, используют коэффициент надежности по нагрузке, который увеличивает нормативное значение внешнего воздействия до расчетного. При этом проектное значение сопротивления конструкций сооружения от значения R_n увеличивается до значения R_p . Однако с течением времени прочностные свойства материала снижаются, что приводит к снижению величины опасного значения нагрузки. Исходя из этого, предельное состояние конструкции может наступить при меньшей нагрузке. Поэтому на стадии проектирования необходимо учитывать долговечность конструкции дополнительным коэффициентом k , который учитывал бы необходимый запас прочности, обусловленный старением материала, и его значение зависело от планируемого срока безотказной работы сооружения. Таким образом, для обеспечения надежности сооружения необходимо, чтобы неравенство (1) выполнялось в течение всего заданного срока эксплуатации. Условие (1) можно представить так: $\frac{Q}{R} = k$, где k – коэффициент «жесткости сооружения», который в любой момент времени должен быть больше единицы. Рассмотрим методику определения коэффициента k в зависимости от планируемого срока безаварийной эксплуатации сооружения. На рисунке 1 (а) представлена упруго-линейная зависимость между реакцией сооружения и внешним воздействием. С течением времени функция $Q_{po} = R_{po}k_0$, полученная по нормативному расчету, получит наклон вследствие уменьшения прочностных характеристик материала и примет вид $Q_{p1} = R_{p1}k_1$, где $k_0 > k_1$. Внешнее воздействие Q соответствующее предельной прочности материала заложенной в проекте R_{pi} характеризует отказ конструкции. На рисунке 1 (б) продемонстрирован один из возможных случайных процессов силового воздействия. Точка B_0 характеризует расчетный отказ сооружения (по нормам) соответствующий времени $T_{po} = t_{p1} + \Delta t_p$. Однако ввиду того, что свойства материала изменяются во времени, то R функционально зависима от времени, т. е. $R(t) = R_0\theta(t)$, где $\theta(t)$ – функция характеризующая снижение механических свойств материала конструкции.

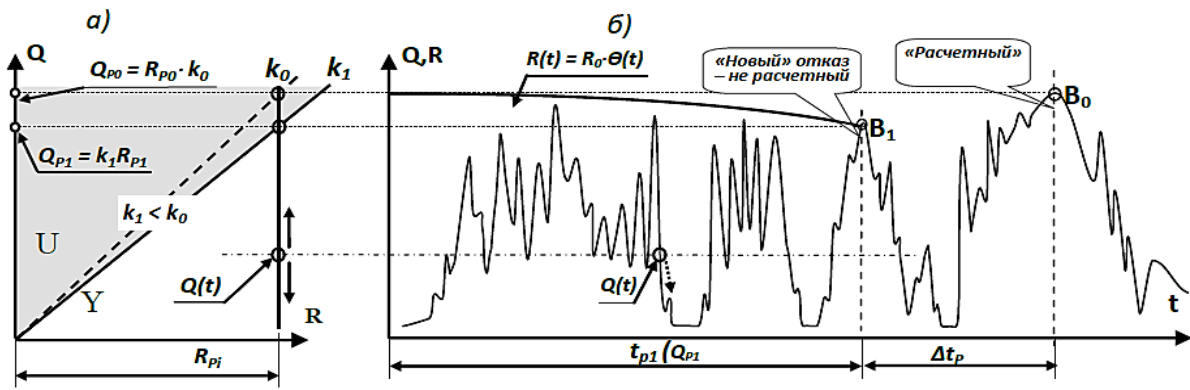


Рис. 1. Схема, демонстрирующая снижение срока службы сооружения:
 а - снижением прочности конструкции $k_1 < k_0$;
 б - снижение срока B_0 до B_1 на Δt .

Из рисунка 1 (б) видно, что вследствие уменьшения $R(t)$ отказ конструкции, соответствующий точке B_1 , возникает в момент времени $T_{p1} = T_p - \Delta t_p$. Следовательно, разрушение сооружения, в результате снижения прочностных характеристик материала, может наступить при меньшем внешнем воздействии, а срок безаварийной эксплуатации уменьшится на Δt_p . Из рисунка 1 видно, что процессы, приводящие к аварийным ситуациям, как правило, имеющим неожиданный характер, могут продолжаться длительное время. Если в данной методике установить значение функции $\theta = \theta(t)$, то это позволит задаваться коэффициентом k при проектировании уникальных сооружений.

В данном методе функцию $\theta = \theta(t)$ можно установить на основе статистических данных подобных сооружений, представив её в некотором ином виде. Рассмотрим жестко заземленный стержень

(рис 2.). Интегральной характеристикой прочности является частота свободных колебаний основного тона. Она имеет вид:

$$\omega = \frac{1}{\lambda} \sqrt{\frac{EI}{m}}, \quad (2)$$

где λ – коэффициент, зависящий от вида закрепления балки; E – модуль упругости материала; I – момент инерции сечения; m – масса балки. Поскольку в данной статье мы не рассматриваем изменение расчетной схемы сооружения, то $\lambda = const$. Геометрические характеристики сечения I и масса m остаются неизменными в течение эксплуатации. В результате снижению частоты соответствует уменьшение модуля упругости, характеризующее «старение» материала. Определим уравнение упругой линии стержня по известным из курса сопротивления материалов формулам, которые имеют вид:

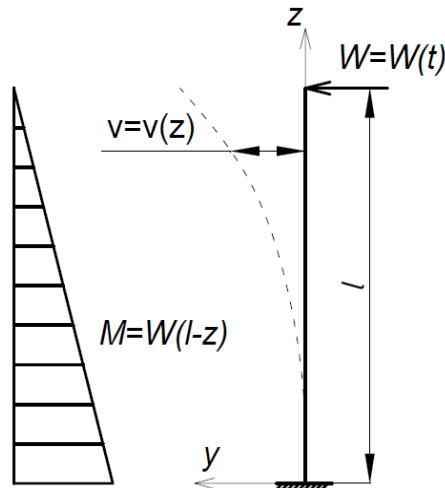


Рис. 2. Схема жестко заземленного стержня для определения уравнения упругой линии

$$\begin{cases} \frac{dv}{dz} = \varphi; \\ \frac{d\varphi}{dz} = -\frac{M}{EI}, \end{cases} \quad (3)$$

где v – прогиб стержня, φ – угол поворота сечения, M изгибающий момент. Примем $M = W(l - z)$ и проинтегрируем систему уравнений. Из условия закрепления при $z = 0$ имеем: $\varphi_0 = 0, v_0 = 0$. Получим уравнение упругой линии $v(z) =$

$\frac{W(3l^2z - z^2)}{6EI}$. Рассмотрим прогиб стержня при $z = l$, подставим уравнение (2) и запишем его для проектного (предельного) и фактического значения.

$$v_{np}(l) = \frac{M_{np} l^2}{3(\omega_{np} \lambda)^2 m}, \quad (3)$$

$$v_{\phi}(l) = \frac{M_{\phi} l^2}{3(\omega_{\phi} \lambda)^2 m}, \quad (4)$$

Для обеспечения надежности сооружения необходимо, чтобы выполнялось условие $v_{пр} \geq v_{\phi}$ (5) в течение всего проектного срока эксплуатации. Подставив (3), (4) в условие (5) получим:

$$M_{пр}\theta(\omega_{\phi}) \geq M_{\phi}, \quad (6)$$

где $\theta(\omega_{\phi}) = \left(\frac{\omega_{пр}}{\omega_{\phi}}\right)^2 = \theta(t)$. Неравенство (6)

можно привести к виду $R_{пр}\theta(\omega_{\phi}) \geq Q$.

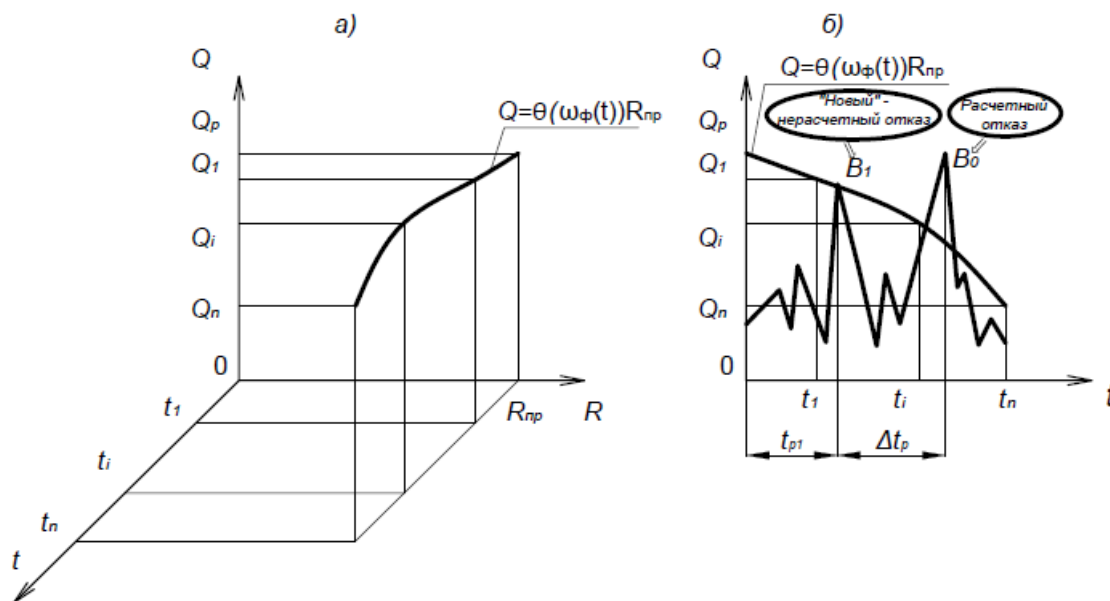


Рис. 3. Схема, демонстрирующая снижение срока службы сооружения:

- а) снижение прочности конструкции;
б) снижение срока службы B_0 до B_1 на Δt .

Максимально возможное внешнее воздействие, которое способна воспринять конструкция $Q = R_{пр}\theta(\omega_{\phi})$. Частота свободных колебаний есть функция времени $\omega_{\phi} = \omega_{\phi}(t)$. Поэтому, если установить её значения в различные промежутки времени, то можно построить функцию $\theta = \theta(\omega_{\phi}(t))$, которая будет характеризовать «старение» конструкции, а следовательно, снижение максимального значения Q . Это можно осуществить при использовании автоматизированной системы мониторинга, которая в режиме реального времени будет предоставлять информацию оператору о состоянии конструкции.

Вывод

В статье изложены наиболее вероятные возможные причины несоответствия параметров расчетной модели сооружения значениям этих параметров в реальном сооружении. Показано, каким образом долговечность конструкции зависит от снижения физико-механических свойств материала. Представлен механизм учета влияния изменения его долговечности. В качестве аргумента функции характеризующей снижение механических характеристик материала принята частота свободных колебаний основного тона. Показана его зависимость от фактического и проектного значения частоты.

Заключение

Данная методика оценки долговечности сооружения реализуема при известной функции $\theta = \theta(\omega_{\phi}(t))$. В данной статье она была определена для простейшей статически определимой модели

сооружения, которая не способна отразить изменение расчетной схемы в результате неравномерного уменьшения механических характеристик материала по элементам конструкции, а также учесть разрушение связей в опорах и узлах сооружения. Данные проблемы требуют дальнейшего изучения.

Список литературы

1. Аугусти А., Барата А., Кашиати Ф. Вероятностные методы в строительном проектировании / Пер. с англ. Ю.Д. Сухова. – М.: Стройиздат, 1988. – 584 с.
2. Беккер А.Т. Вероятностные характеристики ледовых нагрузок на сооружения континентального шельфа. – Владивосток.: Дальнаука, 2005. – 345 с.
3. Беккер А.Т., Цуприк В. Г. Энергетическая концепция нормирования прочности льда для расчета ледовой нагрузки на оффшорные вертикальные структуры // Инженерная школа, ДВФУ, Владивосток, Приморский край, Россия 2016.-9 с.
4. Болдырев Г.Г., Опыт практического применения систем мониторинга конструкций зданий.; ПГУАС Валева Д.Н., Живаев А.А., Идрисов И.Х. (ООО «НПП Геотек»)
5. Галиуллин Р.Р. Оценка технического состояния несущих систем зданий на основе динамических критериев: дис. канд. технич. наук. Казань, 2012г. 156 стр.
6. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. – М: Стандартинформ 2015. – 13 с.
7. Крутиков О.В., Гершуни И.Ш., Шамров М.И. Система мониторинга состояния конструкций моста на остров Русский во Владивостоке// Дороги.

Инновации в строительстве. 2011. №11.- С.62-64. .
8. Крутиков О.В. Измерительные системы при непрерывном мониторинге мостов// Институт Гипростроймост. 2008.- №2.- С.89-92.

9. Курепин В.М., Сырков А. В., Крутиков О.В. Инновационный подход к созданию системы мониторинга моста на остров Русский во Владивостоке. Часть II// Мир дорог. 2011.- №53. - С.32-33.

10. Курепин В.М., Сырков А. В., Крутиков О.В. Инновационный подход к созданию системы мониторинга моста на остров Русский во Владивостоке// Мир дорог. 2011.- №52.- С.41-43.

11. Лысов Д.А. Разработка автоматизированной системы контроля механической безопасности зданий и сооружений с большепролетными конструкциями при их эксплуатации: дис. канд. техн. наук. Москва,; 2013г. 184 с.

12. Мкртычев О.В. Проблемы учета нелинейностей в теории сейсмостойкости (гипотезы и заблуждения) : монография / О.В. Мкртычев, Г.А. Джинчвелашвили ; М-во образования и науки Росс. Федерации, ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит. ун-т». – Москва : МГСУ, 2012. – 192 с. (Библиотека научных разработок и проектов МГСУ). ISBN 978-5-7264-0662-6

13. СП 14.13330.2014. СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, ОАО «НИЦ» Строительство» - М.: ОАО «ЦПП», 2014.-126 с.

14. Цуприк В.Г. Обоснование метода расчета надежности морских сооружений с позиций расчета конструкций по предельным состояниям; 2014.-10с.

15. Чо Чантха, Оценка технического состояния системы «основание-сооружение» на основе мониторинга: дис. канд. техн. наук. Ростов-на-Дону,; 2012г. 188 стр.

References

1. Augusti A., Barata A., Kashiati F. Probabilistic Methods in construction design / Trans. with English. Yu.D. Sukhov. - Moscow: Stroiizdat, 1988. – 584 [Augusti A., Barata A., Kashiati F. Veroyatnostnye metody v stroitel'nom proektirovanii / Per. s angl. Ju.D. Suhova. – М.: Strojizdat, 1988. – 584 s.]

2. Alexander T. Bekker Probabilistic characteristics of ice loads on the structures of the continental shelf. - Vladivostok. : Dal'nauka, 2005. - 345 p. [Bekker A.T. Veroyatnostnye harakteristiki ledovyh nagruzok na sooruzheniya kontinental'nogo shel'fa. – Vladivostok.: Dal'nauka, 2005. – 345 s.]

3. Alexander T. Bekker, Vladimir G. Tsuprik Energy concept of rationing ice strength for calculation of ice load on offshore vertical structures // Engineering School, FEFU, Vladivostok, Primorsky Krai, Russia 2016.-9 p. [Bekker A.T., Tsuprik V. G. Energeticheskaja koncepcija normirovaniya prochnosti l'da dlja rascheta ledovoj nagruzki na offshornye vertikal'nye struktury // Inzhenernaja shkola, DVFU, Vladivostok, Primorskij kraj, Rossiya 2016.-9 s.]

4. Genadiy G. Boldyrev, Experience of practical application of building structures monitoring systems.; PGUAS Valeev DN, Zhivaev AA, Idrisov I.Kh. (OOO

NPP Geotech) [Genadij G.G., Opyt prakticheskogo primeneniya sistem monitoringa konstrukcij zdaniy.; PGUAS Valeev D.N., Zhivaev A.A., Idrisov I.H. (OOO «NPP Geotek»)]

5. Rinat R. Galiullin Evaluation of the technical condition of load-bearing building systems based on dynamic criteria: dis. Cand. technical. sciences. Kazan ,; 2012. 156 p. [Galiullin R. R. Ocenka tehničeskogo sostojanija nesushhih sistem zdaniy na osnove dinamičeskikh kriteriev: dis. kand. tehnič. nauk. Kazan',; 2012g. 156 s.]

6. GOST 27751-2014. Reliability of building structures and foundations. Basic provisions. - M: Standartinform 2015. - 13 p. [GOST 27751-2014. Nadezhnost' stroitel'nyh konstrukcij i osnovanij. Osnovnye položeniya. – М: Standartinform 2015. – 13 s.]

7. Oleg V. Krutikov, Ilya Sh. Gershuni, Mikhail I. Shamrov System for monitoring the state of the bridge structures on the Russky Island in Vladivostok // Roads. Innovations in construction. 2011. №11.- P.62-64. [Krutikov O.V., Gershuni I.Sh., Shamrov M.I. Sistema monitoringa sostojanija konstrukcij mosta na ostrov Russkij vo Vladivostoke// Dorogi. Innovacii v stroitel'stve. 2011. №11.- S.62-64.]

8. Oleg V. Krutikov Measuring systems for continuous monitoring of bridges // Institute Giprostroymost. 2008.- No. 2.- P.89-92. [Krutikov O.V. Izmeritel'nye sistemy pri nepreryvnom monitoringe mostov// Institut Giprostrojmost. 2008.- №2.- S.89-92.]

9. Vlentin M. Kurepin, Anton V. Syrkov, Oleg V. Krutikov Innovative approach to the creation of a bridge monitoring system for Russky Island in Vladivostok. Part II // The world of roads. 2011.-№ 53. - С.32-33. [Kurepin V.M., Syrkov A. V., Krutikov O.V. Innovacionnyj podhod k sozdaniju sistemy monitoringa mosta na ostrov Russkij vo Vladivostoke. Chast' II// Mir dorog. 2011.- №53. - С.32-33.]

10. Vlentin M. Kurepin, Anton V. Syrkov, Oleg V. Krutikov Innovacionnyj podhod k sozdaniju sistemy monitoringa mosta na ostrov Russkij vo Vladivostoke. // The World of Roads. 2011.- No. 522.-P.41-43. [Kurepin V.M., Syrkov A. V., Krutikov O.V. An innovative approach to the creation of a bridge monitoring system on the Russky Island in Vladivostok // The World of Roads. 2011.- No. 522.-P.41-43.]

11. Dmitry A. Lysov. Development of an automated system for monitoring the mechanical safety of buildings and structures with large-span structures during their operation: dis. Cand. technical. sciences. Moscow,; 2013y. 184 p. [Lysov D.A. Razrabotka avtomatizirovannoj sistemy kontrolja mehanicheskoj bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij s bol'sheproletnymi konstrukcijami pri ih jekspluatcii: dis. kand. tehnič. nauk. Moskva,; 2013g. 184 s.]

12. Oleg V. Mkrtychev Problems of accounting for nonlinearities in the theory of seismic stability (hypotheses and errors): monograph / O.V. Mkrtychev, G.A. Ginchvelashvili; Education and Science Ross. Federation, FGBOU HPE "Mosk. state. builds. un-t. " - Moscow: MSSU, 2012. - 192 p. (Library of scientific developments and projects of MSSU). ISBN 978-5-7264-0662-6. [Mkrtychev, O.V. Problemy ucheta

nelinejnostej v teoriji sejsmostojkosti (gipotezy i zablu-zhdenija) : monografija / O.V. Mkrtychev, G.A. Dzinchvelashvili ; M-vo obrazovanja i nauki Ross. Federacii, FGBOU VPO «Mosk. gos. stroit. un-t». – Moskva : MGSU, 2012. – 192 s. (Biblioteka nauchnyh razrabotok i projektov MGSU). ISBN 978-5-7264-0662-6]

13. SP 14.13330.2014. SNiP II-7-81 * Construction in seismic regions / TsNIISK them. V.A. Kucherenko, JSC "Research and Development Center" Construction "- Moscow: JSC" TsPP ", 2014.-126 p. [SP 14.13330.2014. SNiP II-7-81* Stroitel'stvo v sejs-micheskikh rajonah / CNIISK im. V.A. Kucherenko, OAO «NIC» Stroitel'stvo» - M.: OAO «CPP», 2014.-126 s.]

14. Vladimir G. Tsuprik Substantiation of the method for calculating the reliability of offshore structures from the position of calculating structures by limiting states UDC 721.012: 001; 519.718.2; 622.276.04 .; 2014.-10 p. [Tsuprik V.G. Obosnovanie metoda rascheta nadezhnosti morskikh sooruzhenij s pozicij rascheta konstrukcij po predel'nyh sostojanijam UDK 721.012:001; 519.718.2; 622.276.04.; 2014.-10s.]

15. Cho Chantha, Assessment of the technical state of the "foundation-construction" system based on monitoring: dis. Cand. technical. sciences. Rostov-on-Don .; 2012. 188 p. [Cho Chantha, Ocenka tehničeskogo sostojanija sistemy «osnovanie-sooruzhenie» na osnove monitoringa: dis. kand. tehnič. nauk. Rostov-na-Donu.; 2012g. 188 s.]

TECHNOLOGICAL PROGRESS OVER THE LAST FIFTEEN YEARS AND OUR DEPENDENCE ON IT

Savin Konstantin Vyacheslavovich

*Bachelor's student, Oil and Gas Department,
Ukhta State Technical University branch in Vorkuta*

Lozhkina Tatyana Vladimirovna

*Senior lecturer, Department of Foreign Languages,
Ukhta State Technical University, Ukhta*

ABSTRACT

The article focuses on how gadgets and new technologies are affecting our life in order to make it more convenient. Obtaining the benefits of using electronic devices, we don't realize at times, when assistance becomes dependence.

Keywords: technology, gadget, technological processes, device, dependence

It makes me wonder how people lived fifteen or even twenty years ago without modern gadgets. It is really amazing to see how much technology has advanced and changed our lives. Since then, technology has shown the ability to develop and introduce new gadgets almost every year. We can see changes everywhere in the world we live in. Technology has made our life more convenient, from non-color and pocket phones to cell phones with 4K resolution, from desktops to tablets, from a physical map to a GPS application. Thus, I am asking myself how technological advances have helped to improve the quality of life within the last fifteen years and whether the invention of numerous gadgets and appliances make us dependant on technology.

Let me start by giving the definition of the technological change. Technological change is a term used to describe the overall process of creating, rationalizing and disseminating technologies or processes.

The founder of the theory of innovation processes in their modern understanding is the Austrian economist Joseph Schumpeter. Based on the theory of "long waves", he substantiated the possibility of overcoming the economic crisis through technological changes in the economy.

Joseph Schumpeter distinguished 5 typical changes:

➤ changes due to the use of new equipment, new technological processes and new market support for production;

➤ changes due to the use of products with new properties;

➤ changes due to the use of new raw materials;

➤ changes in the organization of production and methods of its logistics;

➤ changes due to the emergence of new markets.

Modern innovative theories explain the alternation of cycles of business activity by changing technological structures in social production. The term "way" should be understood as the established order of the organization of a system. The technological structure is characterized by a single technical level of productive forces and a common scientific potential.

The life cycle of the technological structure includes several phases:

1. The emergence of a new technological order, based on modern scientific discoveries.

2. Monopoly is held for some time (up to twenty years), during which the monopoly firms derive maximum profit. As a result of the response actions taken by competitors, the monopoly position is violated.

3. Domination. A leap in development is characteristic, which is promoted by the accelerated inflow of capital into the new technological order. The duration of this phase is about fifty years. It is connected with the structural reorganization of the economy, the renewal of technological processes in public production.

4. Fading. The dominance of a new way of life in the economy leads to a gradual obsolescence of the previous way of life.