

УДК 699.83
ББК 38.2
К14

Рецензенты:

доктор физико-математических наук, профессор *А.А. Локтев*,
заведующий кафедрой транспортного строительства
Российского университета транспорта (МИИТ);

доктор технических наук, профессор *О.О. Егорычев*,
вице-президент Ассоциации производителей силового и энергетического
оборудования, председатель совета директоров ГК «Вепрь»

- Казакевич, Михаил Исаакович.**
К14 Основы расчетов сооружений на ветровые воздействия : монография /
М.И. Казакевич. — Москва : Издательство МИСИ — МГСУ, 2019. — 180 с.
ISBN 978-5-7264-1932-9

Особое внимание в книге уделено гибким конструкциям, чувствительным к воздействию ветра. Предложены алгоритмы критериев возникновения известных явлений аэроупругой неустойчивости — вихревого возбуждения, галопирования, срывного и изгибно-крутильного флаттера, дивергенции, параметрических резонансов. Наряду с этим в удобной для инженеров форме представлены условия обеспечения аэроупругой устойчивости гибких конструкций.

Обсуждаются области рационального применения вычислительных (компьютерных) и физических методов аэродинамических экспериментальных исследований, в том числе натурных испытаний сооружений. Рассмотрены ожидаемые вызовы природы, которые недостаточно изучены и могут отразиться на надёжности зданий, сооружений и конструкций.

Для инженеров широкого профиля в области зданий, сооружений и конструкций различного назначения на ветровые воздействия, а также может быть полезна обучающимся строительных университетов.

УДК 699.83
ББК 38.2

ISBN 978-5-7264-1932-9

© Казакевич М.И., 2019
© Оформление. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2019

УДК 699.83
ББК 38.2
K14

Reviewers:

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor *A.A. Loktev*,
Head of the Department of Transport Construction,
Russian University of Transport (MIIT);

Doctor of Technical Sciences, Professor *O.O. Egorychev*,
Vice-President of the Association of Power and Energy Producers
equipment, chairman of the board of directors of the Group of Companies “Vepr”

Kazakevitch, Mikhail.

K14 The fundamentals of the structure calculations on the wind effects : monograph /
M.I. Kazakevitch. — Moscow : MISI — MGSU Publishing House, 2019. — 180 c.
ISBN 978-5-7264-1932-9

This book is intended for engineers of the wide professional field in the sphere of the building and structure calculation on the wind effects.

Special attention is paid to the flexible structures, sensitive to the wind effect.

The criteria estimation algorithms are suggested for the certain aeroelastic instability phenomena — vortex excitation, galloping, stall and bending-torsional flutter, divergence, parametric resonances.

At the same time, the conditions for the flexible structure aeroelastic stability providing are presented for the engineers in the most suitable form.

The spheres of the most rational application of the computing and physical methods of aerodynamic experimental investigations, structure full — scale tests including, are discussed in the book.

The highly probable challenges of the nature, which are not sufficiently investigated and which can influence the structure reliability are also presented in the book.

The book can be also useful for the students and postgraduates of the universities.

УДК 699.83
ББК 38.2

ISBN 978-5-7264-1932-9

© Kazakevitch, M.I., 2019
© Design. National Research Moscow
State University of Civil Engineering,
2019

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
ВВЕДЕНИЕ	11
Глава 1. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СООРУЖЕНИЙ	
1.1. Фундаментальные недостатки проектов	17
1.2. Искусство инженера	24
1.3. Эволюции развития теории и практики инженерных расчетов	27
Глава 2. ВЕТРОВОЙ ПОТОК	
2.1. Свойства ветрового потока в приземном слое атмосферы	35
2.2. О турбулентности ветра в приземном слое атмосферы	38
2.3. Ветровые системы	41
Глава 3. ВЕТРОВАЯ НАГРУЗКА НА КОНСТРУКЦИИ	
3.1. Общие сведения	47
3.2. Специфические особенности ветровой нагрузки	49
3.3. Действие одиночных порывов ветра на конструкции	51
3.4. Некоторые проблемы аэродинамики высотных зданий башенного типа	56
Глава 4. РАСЧЕТЫ КОНСТРУКЦИЙ НА ДЕЙСТВИЕ ВЕТРОВОГО ПОТОКА	
4.1. Алгоритмы расчетов на статическое действие равномерного ветрового потока	63
4.2. Приближенные динамические расчеты на продольно-поперечные пульсации ветрового потока	64
4.3. О резонансных реакциях супергибких конструкций вдоль турбулентного ветрового потока	65
4.4. Влияние орографии местности и препятствий с наветренной стороны сооружений	67
Глава 5. АЭРОУПРУГАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ	
5.1. Классификация аэроупругих явлений	71
5.2. Инженерные методы оценки аэроупругой неустойчивости сооружений	81
5.3. Влияние наледи на конструкциях	92
5.4. Бафтинг конструкций в спутном потоке	96

Глава 6. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

6.1. Цели и задачи исследований	101
6.2. Компьютерное моделирование (вычислительный эксперимент)	105
6.2.1. Общие замечания	105
6.2.2. Технологии верификации вычислительного эксперимента	109
6.3. Моделирование в аэродинамических трубах	117
6.3.1. Испытания жестких секционных геометрически и динамически подобных моделей	118
6.3.2. Полномасштабное моделирование	118
6.4. Подготовка к проведению аэродинамических экспериментальных исследований	125
6.5. Инструментальные исследования натуральных сооружений	129
Глава 7. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ	
7.1. Об усталости инженерных сооружений	135
7.2. Стратегия проектирования, строительства и эксплуатации в контексте ветровой безопасности	137
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	142
Библиографический список	150
ПРИЛОЖЕНИЯ	157

Contents

PREFACE.....	5
INTRODUCTION	11
Chapter 1. PECULIARITIES OF THE STRUCTURE DESIGN	
1.1. Fundamental imperfections in the designing.....	17
1.2. The art of the engineering.....	24
1.3. The evolution of the calculation theory and practice development.....	27
Chapter 2. WIND FLOW	
2.1. The wind flow properties in the boundary atmosphere layer.....	35
2.2. About the wind turbulence in the boundary atmosphere layer.....	38
2.3. Wind systems.....	41
Chapter 3. WIND LOAD ON THE STRUCTURES	
3.1. The general information.....	47
3.2. The specific peculiarities of the wind load.....	49
3.3. The wind single gust effect on the structures.....	51
3.4. Some problems of the aerodynamics of the tower-type high-rise buildings	56
Chapter 4. STRUCTURE CALCULATIONS ON THE WIND FLOW EFFECT	
4.1. The calculation algorithms of the statical effect of the uniform wind flow	63
4.2. The approximate dynamic calculations of the longitudinal-cross wind pulsations.....	64
4.3. About the flexible structure resonance responses along the turbulent wind flow	65
4.4. The influence of the local orography and structure windward obstacles	67
Chapter 5. STRUCTURE AEROELASTIC INSTABILITY	
5.1. The classification of the aeroelastic phenomena	71
5.2. Engineering methods of the aeroelastic instability estimation	81
5.3. The influence of the structure icing.....	92
5.4. Structure buffeting in the wake	96
Chapter 6. AERODYNAMIC EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS	
6.1. The aims of the investigations	101
6.2. Computer modelling (computing experiment)	105

6.2.1. General remarks	105
6.2.2. Technology of the computing experiment verification	109
6.3. Modelling in the wind tunnels	117
6.3.1. The tests of the rigid, sectional models, similar geometrically and dynamically.....	118
6.3.2. Full-scale modelling	118
6.4. The preparatory stage of the aerodynamic experimental investigations.....	125
6.5. The instrumental investigations of the real structures.....	129
Chapter 7. CONCLUDING REMARKS	
7.1. About the engineering structure fatigue.....	135
7.2. The strategy of the design, construction and exploitation in the context of the wind safety	137
CONCLUSION	142
Bibliographic list.....	150
APPENDICES	157