

А. В. Ащеулов д-р техн. наук; К. Ш. Вафин; А. В. Смирнов
ГОУ ВПО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Санкт-Петербург, Россия

ВЛИЯНИЕ ВЕТРОВОЙ НАГРУЗКИ НА РАЗВОДНОЙ ПРОЛЕТ ТРОИЦКОГО МОСТА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Публикуются фактические значения нагрузок от сил ветра на разводной пролет Троицкого моста в функции времени и угла разводки, полученные во время эксплуатации моста.

Троицкий мост – это один из одиннадцати разводных мостов, расположенных на основном фарватере р. Нева, по которой 270 дней в году осуществляется навигация и судоходство. Разводная, подъемная часть Троицкого моста – однопролетная, консольно-опирающаяся ферма, с осью вращения, расположенной в опоре моста. Тип привода – гидравлический с электроприводом, длина разводного пролета 47,6 м, ширина между перилами 23,5 м. Управление дистанционное, имеется система мониторинга, показывающая ход разводки/наводки моста и записывающая основные характеристики гидросистемы в базу данных «Архив».

В существующих методиках расчета грузоподъемных машин ветровая нагрузка представляется в упрощенном виде [1–3] с большим запасом и без учета изменения ее величины по времени.

Однако известно, что скорость ветра во времени изменяется, порывы ветра могут достигать значений 100–200 % от средней скорости, что должно вызывать динамические процессы в приводе.

Для определения ветровой нагрузки обрабатывались данные системы мониторинга моста и проводился анализ погодных условий. Городской метеоцентр ежедневно направляет сведения о погодных условиях в диспетчерскую службу эксплуатационной организации. На основе этих оперативных сведений и погоды по Интернету составлена табл. 1, в которой приведены дни 2005 года с сильными ветрами (табл. приведена в сокращенном виде).

Следует отметить, что в эти дни разводка моста была на пределе эксплуатационных норм, которые запрещают разводку при средней скорости ветра больше 12 м/с. Анализ погодных условий за 2005 год показал, что общий объем дней с ветреной погодой составил 60 % от общего числа дней навигации в 2005 году.

Табл. 1. Нормирование ветра, осадков и температуры

дата	румб	скорость ветра, м/с				осадки	
		у земли		на высоте 25 м			
		средняя		средняя			
		min	max	min	max	min	max
09.05.2005	св	4	9	5	10	2	4
17.05.2005	юз	6	14	8	12	3	5
11.08.2005	юв	7	12	12	15	1	3
10.09.2005	сз	6	10	12	14	1	3

Экспериментальные значения ветровой нагрузки определялись на основе методики Ащеулова А. В. [4]:

$$M_{\text{ветр}} = M_{\text{сум(ветр)}} - M_{\text{сум(безв)}} \quad (1)$$

где $M_{\text{сум(ветр)}}$ – функция суммарного крутящего момента на оси вращения крыла моста от времени в ветреную погоду; $M_{\text{сум(безв)}}$ – функция суммарного крутящего момента на оси вращения крыла моста от времени в безветренную погоду

На рис. 1 представлены статистические данные по повторяемости ветров в Санкт-Петербурге в 2005 году по сторонам света и изображено географическое расположение Троицкого моста. Для Троицкого моста, при разводке, юго-восточный ветер является препятствующим, северо-западный – сопутствующим, северо-восточный – боковым справа, юго-западный – боковым слева. Из рис. 1 видно, что преобладающее направление ветра в Санкт-Петербурге в 2005 году было юго-западное направление, для Троицкого моста это боковой ветер слева.

По результатам обработки экспериментальных данных на рис. 2 представлены графики функций $M_{\text{сум(безв)}}$, $M_{\text{сум(ветр)}}$, а результаты сравнения этих функций представлены в табл. 2. Из табл. 2 следует, что ветровая нагрузка составляет в среднем 23 % от нагрузки в теплый, сухой, безветренный день, причем наибольшая разница приходится на положения крыла моста с большими углами разводки, что вполне объяснимо.

Для других характерных направлений ветра также получены реализации ветровых нагрузок, которые представлены на рис. 3. Из графиков на рис.3 видно, что самым значимым моментом ветровой нагрузки является момент от препятствующего ветра. Сопутствующий ветер «помогает» приводу разводить мост.

Табл. 2. Доли ветровой нагрузки на разных углах разводки

Показатель	Время разводки пролета моста, с (угол °)						
	0(0)	50(10)	75(15)	100(23)	125(30)	150(35)	200(48)
$M_{\text{сум сухой день, (Н·м)}}$	$9,692 \cdot 10^6$	$7,947 \cdot 10^6$	$6,828 \cdot 10^6$	$5,769 \cdot 10^6$	$4,705 \cdot 10^6$	$3,838 \cdot 10^6$	$2,236 \cdot 10^6$
$M_{\text{преп. ветер, (Н·м)}}$	0	$3,973 \cdot 10^4$	$2,048 \cdot 10^5$	$8,653 \cdot 10^4$	$1,787 \cdot 10^5$	$9,518 \cdot 10^5$	$7,289 \cdot 10^5$
Разница моментов	$9,692 \cdot 10^6$	$7,907 \cdot 10^6$	$6,623 \cdot 10^6$	$5,682 \cdot 10^6$	$4,526 \cdot 10^6$	$2,886 \cdot 10^6$	$1,507 \cdot 10^6$
%	0	0,5	3	1,5	3,8	24,8	32,6

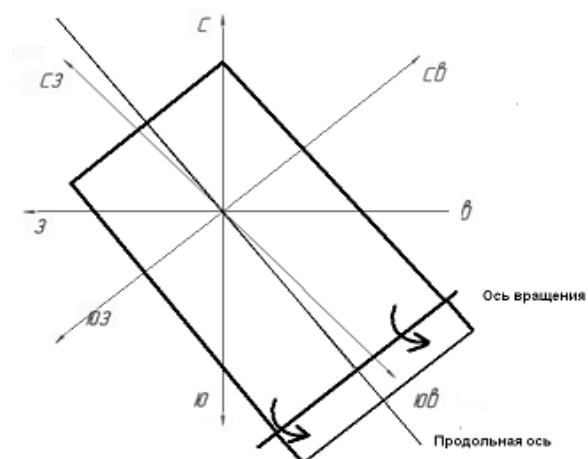
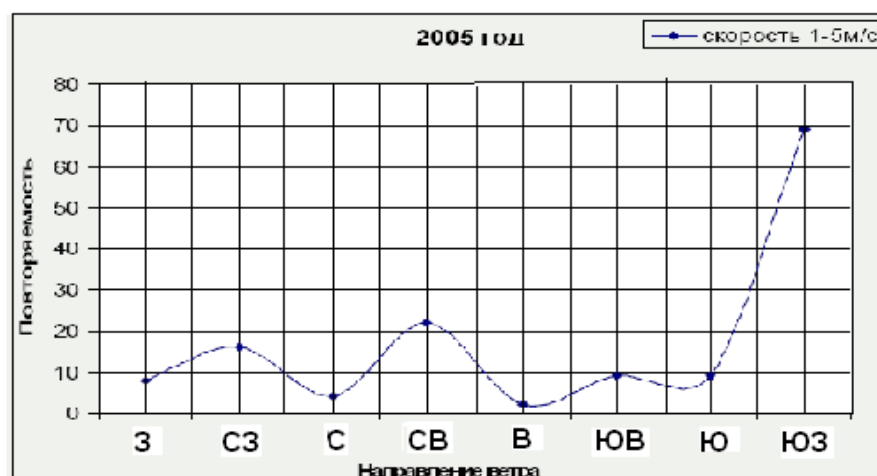


Рис. 1. Расположение Троицкого моста и повторяемость направлений ветра за 2005 год

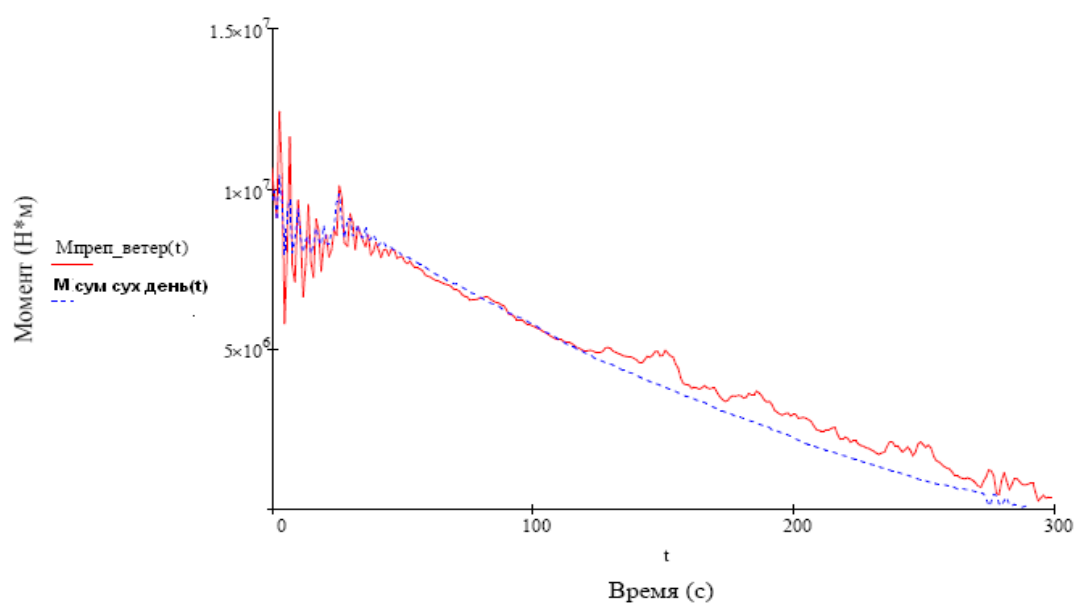


Рис. 2. Графики функций $M_{\text{сум}}(\text{безв})$, $M_{\text{сум}}(\text{ветр})$

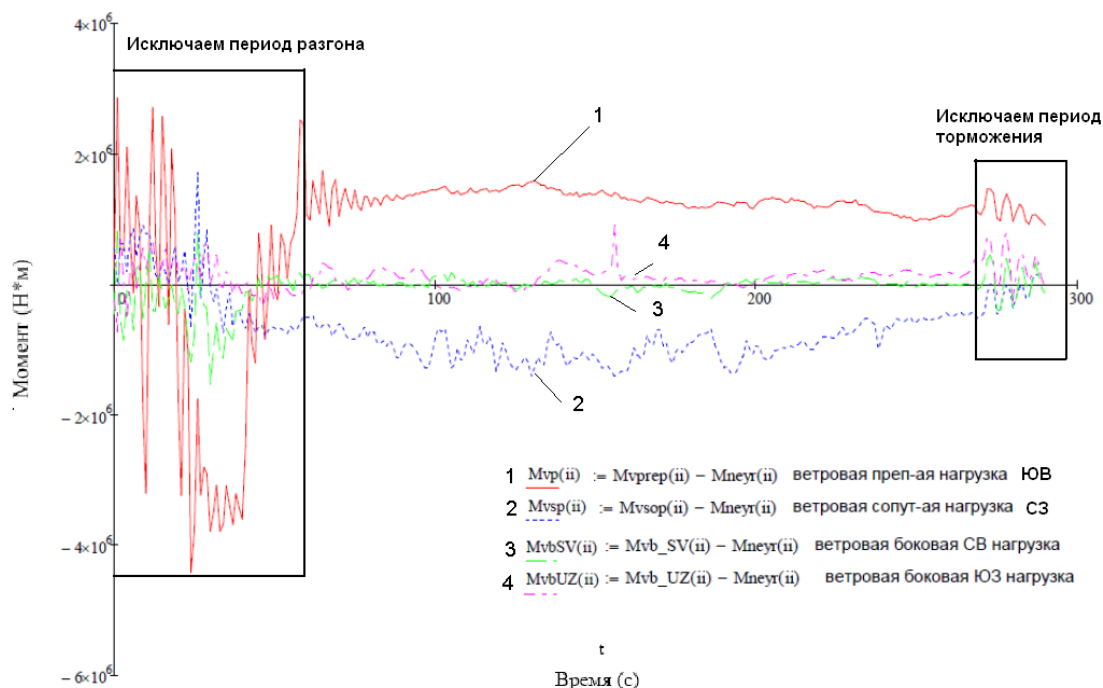


Рис. 3. Графики зависимости ветровой нагрузки от времени разводки моста

Выводы

1. Полученные экспериментальные значения ветровых нагрузок необходимо сравнить со значениями, устанавливаемыми в расчетах на стадии проектирования моста.

2. Ветровые нагрузки представляют собой динамические функции по которым необходимо выполнить частотный анализ и уточнить существующие математические модели.

3. Для статистики целесообразно продолжить обработку данных по другим мостам и в другие годы эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по проектированию мостов / Ленгипротрансмост, Министерство транспортного строительства СССР. – М. : Трансмост, 1990. – 91 с.

2. **Ащеулов, А. В.** Методология проектирования гидравлических подъемных механизмов разводных мостов: дис... д-р техн. наук: 05.05.04; 05.02.02 / А. В. Ащеулов. – Санкт-Петербург. гос. политехн. ун-т. – СПб., 2007. – 503 с.

3. **ГОСТ 1451-77.** Краны грузоподъемные. Нагрузка ветровая. – М. : ВНИИПТМАШ, 1977.

4. **Вафин, К. Ш.** Методика определения экспериментальных нагрузок на подъемные механизмы разводного моста: дис...магистр. / К. Ш. Вафин. – СПбГПУ, 2008.