

УДК 662.642:621.926.7

П.А.Бровин (6 курс, каф. МВТС), Б.В.Балашов, д.т.н., проф.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА НАВОДНЕНИЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ ПРИ ВОЗМОЖНЫХ АВАРИЯХ ЗАТВОРА С-1

Судопропускное сооружение С-1 входит в состав комплекса сооружений защиты Санкт-Петербурга от наводнений. При проектировании данного комплекса не рассматривались вопросы аварийной работы затвора С-1. Затвор С-1 представляет собой конструкцию из двух плавучих створок-батопортов, которые перекрывают русло судопропускного канала в случае опасного поднятия уровня воды Финского Залива. Целью данной работы является анализ ситуации, при которой затвор сооружения С-1 отсутствует или повреждён, т.е. закрыт не полностью.

Рассмотрим ситуацию, при которой затвор сооружения С-1 полностью разрушен или отсутствует. Тогда всю систему пропуска воды через сооружение можно рассматривать, как водослив с широким порогом. Расход на водосливе:

$$Q = \varphi_{\Pi} b h_{\Pi} \sqrt{2g(H - h_{\Pi})},$$

где $\varphi_{\Pi} = 0.92$ – коэффициент скорости для данного водослива; $b = 200$ – ширина водослива, м; h_{Π} – глубина подтопления водослива; $g = 9.81$ – ускорение свободного падения, м/с^2 ; H – напор на водосливе.

По данным многолетних наблюдений имеется зависимость уровня воды со стороны Финского Залива перед сооружением С-1 обеспеченностью 0.01% от времени действия нагонной волны:

Т, час	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Z, м	0.10	0.40	0.85	1.45	2.30	3.20	4.00	4.55	4.95	5.25	5.40	5.35	5.10	4.45	3.25	1.75	0.70

Аккумуляция воды в Невской Губе происходит не только за счёт нагонной волны со стороны Балтийского моря, но и за счёт постоянного притока воды реки Невы. В данном случае целесообразно брать среднегодовой расход Невы обеспеченностью 1%, равный $Q_{1\%} = 3490 \text{ м}^3/\text{с}$. Тогда при площади ограждённой акватории $S = 400 \text{ км}^2$, скорость поднятия уровня воды в Невской Губе за счёт расхода Невы равна $V = 3 \text{ см/час}$.

Для нахождения максимального уровня воды в Невской Губе при действии нагонной волны со стороны Балтийского моря необходимо найти расходы на водосливе С-1 для каждого часа действия наводнения, т.к. напор на водосливе H и глубина подтопления h_{Π} будут постоянно меняться:

- $H_i = H_0 + Z_i$, где $i = 1...17$ – часы действия нагонной волны, $H_0 = 15.5$ – глубина на водосливе при нормальном уровне воды, м; Z_i – поднятие уровня воды для данного часа (см. табл.);
- $h_{\Pi i} = h_{\Pi i-1} + h_{\text{невы}} + \Delta h_{i-1}$, где $h_{\text{невы}} = 0.03$ – часовое поднятие уровня за счёт притока Невы, м; $h_0 = H_0 = 15.5$ м; $h_{\Pi i}$ – глубина подтопления для i -го часа; Δh_{i-1} – поднятие уровня за счёт притока воды со стороны Финского Залива.

В ходе выполнения расчёта выяснилось, что за время действия нагонной волны со стороны Балтийского моря (17 часов) при полностью разрушенном или отсутствующем затворе судопропускного сооружения С-1 максимальное поднятие уровня воды в Невской Губе произойдет до отметки +2.97 м, что приведёт к катастрофическому наводнению в Санкт-

Петербурге, т.к. критической считается отметка +2.00 м. Используя те же расчетные формулы, можно определить максимальную безопасную ширину судопропускного канала на С-1: $b_{\max} = 105 \dots 108$ м.

Таким образом, аварийная работа затвора возможна в случае, если сегментные створки перекрывают канал до ширины 105 м; или возможна работа одной створки затвора, которая перекрывает канал наполовину, т. е. $b = 100$ м, что является допустимой величиной. В этих случаях поднятие уровня в дельте р. Невы не превышает критической отметки +2.00, а, следовательно, возможность наводнения в Санкт-Петербурге будет исключена.