

# Повышение надежности работы судоходных шлюзов

М.А. КОЛОСОВ,

профессор Санкт-Петербургского университета водных коммуникаций, д.т.н.

**Навал судна на ворота шлюза практически всегда приводит к тяжелым последствиям: повреждениям верхнего ригеля, переходного мостика, верхней части обшивки, механизмов открытия/закрытия ворот. Известны случаи, когда ворота при ударе судна сходили с пяты и опорных подушек. Другой неизбежный результат — простои в работе шлюза.**



сложности используемых конструкций.

Сложность существующих систем предохранительных устройств заключается в следующем:

1. Гибкий заградительный элемент, перекрывающий весь судоходный пролет шлюза и удерживающий судно за форштевень, требует сложной системы подъема его над надстройками шлюзуемого судна или опускания на днище шлюза ниже осадки судна.

2. Амортизаторы, включающие гидравлические цилиндры, требуют сложной системы перетока жидкости, включающей насосы, перепускные клапаны, расходные баки и т.д.

Как показал опыт эксплуатации предохранительных устройств на Волго-Донском канале, где они установлены на нескольких шлюзах, отказы наблюдаются как в системах наводки заградительного элемента, так и в системах амортизаторов. При наводке заградительного устройства посредством маневровой балки (типа «шлагбаум») не всегда удается зафиксировать заградительный канат на противоположной стенке шлюза из-за деформаций балки, причиной которых может быть ветер, неравномерный солнечный нагрев и др.

Гидравлическая система амортизаторов-гидроцилиндров отказывает при

**А**нализ аварийных происшествий в судоходных шлюзах внутренних водных путей России за 1985–1999 годы показал, что навал судна на ворота является наиболее распространенным событием (25–30% от общего числа).

В табл. 1 представлены некоторые данные о навалах судов, представленные Волго-Донским и Волго-Балтийским управлениями водных путей за последние годы (до 2005 г.).

Для защиты ворот шлюзов от навала судов перед воротами устанавливаются предохранительные устройства, включающие в себя заградительный элемент (цепь, канат) и амортизаторы (гидравлический цилиндр).

Подобные предохранительные устройства являются обязательным элементом оборудования на судоходных шлюзах водных путей Западной Европы (Германия, Франция, Бельгия, Нидерланды), а также США и Канады. Предохранительные устройства установлены как на шлюзах, построенных в 1-й половине XX столетия (Среднегерманский канал, Германия; водный путь Св. Лаврентия, США, Канада), так и на новых шлюзах (канал Дунай-Майн, обходной канал р. Эльбы, Германия).

Строительные нормы и правила, регламентирующие вопросы проектирования судоходных шлюзов (СНиП 2.06.08-87), также обязывают проектировщиков и владельцев шлюзов устанавливать защиту ворот нижней головы. Однако на шлюзах водных путей России таких устройств нет. Вероятнее всего, главная причина такого положения дел кроется в исключительной

## Навалы судов на рабочие ворота судоходных шлюзов

Показатели навалов	ВДСК	Волго-Балт
<b>Период наблюдений, гг.</b>	<b>1994–2004</b>	<b>2000–2005</b>
Количество навалов	17	36
Причины навалов:	сведения не представлены	35
- ошибки судоводителя		1
- отказ ДАУ		
Затраты на восстановление, млн. руб.:		сведения не представлены
- до августа 1998 г.	934,0	
- после августа	1,707	
Простои шлюза для восстановления конструкции ворот	306,8	17,2
Повреждения после навалов (число случаев):		
- переходной мостик	7	8
- обшивка ворот	8	7
- ригеля	7	2
- отбойная рама	4	19
- стрингеры, диафрагмы	3	-
- уплотнения	1	2
- створный захват	1	-
- гальсбанты	1	-
- предохранительные устройства	5	-

навале судна из-за несвоевременной ее наладки, что вполне очевидно, так как навал всегда является неожиданным событием.

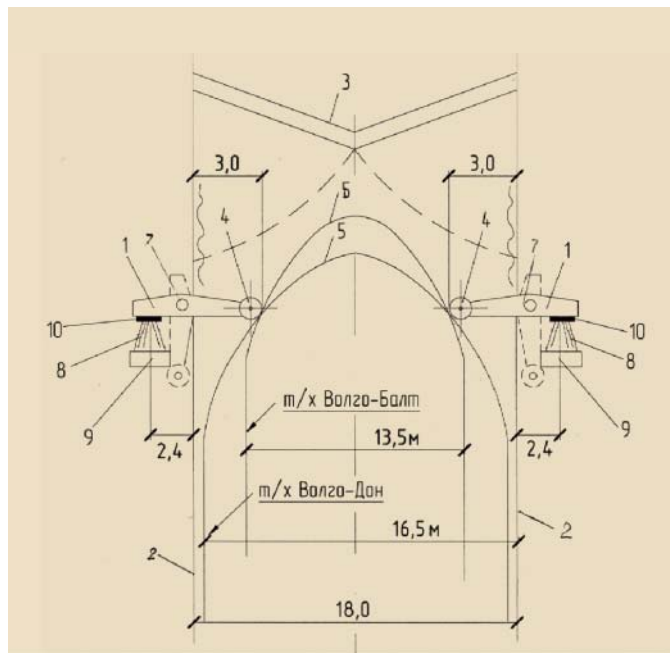
Случаи отказов наблюдаются и на предохранительных устройствах, установленных на шлюзах водных путей Европы. Так, на шлюзах водных путей Германии гидроцилиндры, установленные на предохранительных устройствах, заменяются на новые амортизаторы Jagret, которые не имеют гидравлической системы, однако обеспечивают достаточную энергоемкость и возврат заградительного органа без приложения большой величины реактивной силы.

Предлагается новая концепция создания предохранительных устройств, защищающих ворота шлюзов от навала. Суть ее заключается в следующем.

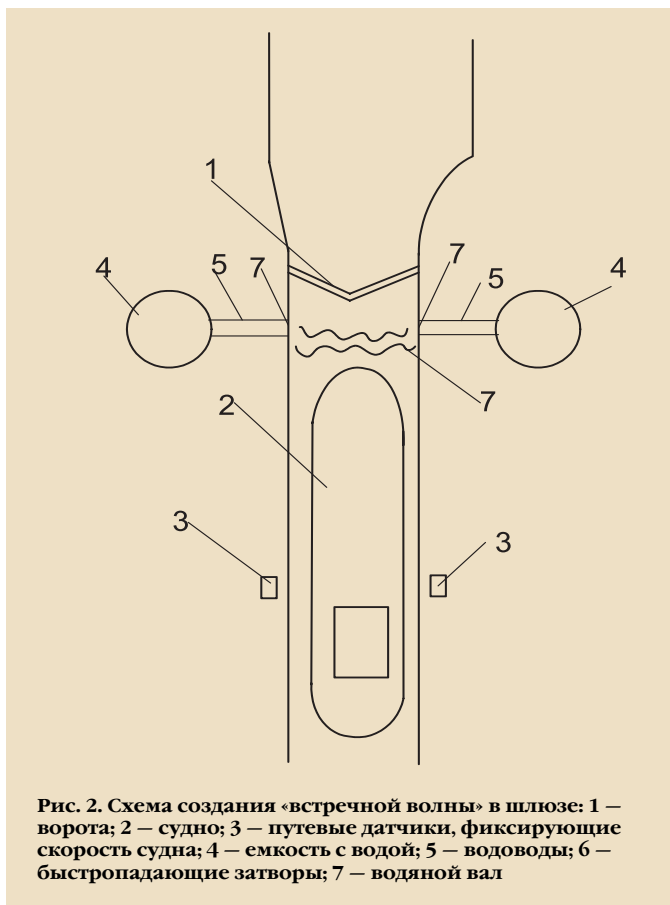
Учитывая, что входящее в камеру судно занимает 80–95% от ширины шлюза, не следует перекрывать весь судоходный пролет, а перекрывать только часть его, удерживая судно от навала за скуловые обводы откидными рычагами (рис. 1).

Данная схема упрощает наводку заградительного устройства в судоходный пролет, поскольку каждая наводка заключается только в повороте рычагов. В качестве энергопоглощающих элементов используются кольцевые амортизаторы фирмы Trellex, установленные на концах рычагов, а также конусные резиновые амортизаторы фирмы Bridgestone. Применяемые амортизаторы широко используются в качестве отбойных устройств на причалах. Особенностью отбойников фирмы Bridgestone является не только высокая степень поглощения энергии, но и малая величина обратной реактивной силы, действующей на судно после его навала.

Кроме механических устройств, для остановки судна перед воротами пред-



**Рис. 1. Предохранительное устройство для защиты ворот (шлюз Волго-Донского канала): 1 – откидные рычаги; 2 – стенки шлюза; 3 – ворота шлюза; 4 – кольцевые амортизаторы Trellex; 5 – судно «Волго-Дон»; 6 – судно «Волго-Балт»; 7 – ось поворота рычага; 8 – амортизатор Bridgestone; 9 – упор; 10 – опорная плита**



**Рис. 2. Схема создания «встречной волны» в шлюзе: 1 – ворота; 2 – судно; 3 – путевые датчики, фиксирующие скорость судна; 4 – емкость с водой; 5 – водоводы; 6 – быстропадающие затворы; 7 – водяной вал**

лагается система гидравлической защиты. Сущность данной системы заключается в создании «встречной волны», которая образуется в камере шлюза только в том случае, если путевой датчик, установленный на стенке каме-

ры шлюза, фиксирует в режиме движения судна действия «потенциального нарушителя». Таковым прежде всего является превышение скорости движения судна на расстоянии 100–150 м до ворот. Образование встречной волны обеспечивается попуском воды из двух емкостей на нижней голове (рис. 2). Для их быстрого опорожнения в водоводах камеры устанавливаются быстропадающие затворы. Для приведения их в действие подхваты, удерживающие затворы, срабатывают по команде датчиков, контролирующих движение судна в камере.

Гидравлическая система защиты, создающая водяную «подушку безопасности», исключает необходимость перекрытия судоходного пролета шлюза, обычно производящегося перед входом каждого судна. Таким образом, снижается вероятность чрезвычайно распространенных отказов в системе наводки заградительного органа.

Предлагаемые двухрычажные системы и системы гидравлической защиты могут быть смонтированы как на вновь строящихся, так и на уже эксплуатируемых шлюзах. В отличие от существующих устройств с перекрытием пролета гибкими элементами (канат, цепь), они не передают нагрузку от навала судна на стены камеры, а главное, не требуют сложных систем установки заграждений перед каждым входом и постоянного контроля и наладки гидравлической системы.

Особенно удобна для эксплуатации система защиты ворот встречной волны («водяная подушка»). Здесь для проверки работоспособности и готовности к функционированию необходимо только проверить запас воды в резер-

вуарах и при необходимости произвести подкачку ее из камеры шлюза.

Представленные здесь предложения разработаны в университете водных коммуникаций и в настоящее время ждут опытной проверки и реализации.