

УДК 627

А.В.Колгушкин (асп., каф. МВТС)

ПРИМЕНЕНИЕ СКВОЗНЫХ СООРУЖЕНИЙ В ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛЕДОВОЙ ЗАЩИТЫ

Сквозные сооружения широко применяются при строительстве морских ГТС в последнее время, их можно классифицировать по расположению на акватории и сопряжению с берегом на следующие виды: набережная эстакада, перекрывающая береговой откос; набережная эстакада со съездами; оторочка свайной конструкции; узкий свайный пирс; пирс мостового типа; рейдовый причал. При проектировании сквозных сооружений выбор конструкции следует производить с учётом естественных условий района строительства и технологического задания. На стадии проектирования рассматриваются несколько вариантов конструкции, которые сравниваются по материалоемкости, требованиям к долговечности, трудоемкости производства работ.

Действующая инструкция по проектированию морских причальных и берегоукрепительных сооружений РД 31.31.55-93 оговаривает условия применения сквозных сооружений. Например, набережные и пирсы эстакадного типа на трубчатых железобетонных сваях следует применять, для любых климатических условий, кроме акваторий с толщиной льда более 0,4 метра, а также в сейсмических районах. Для набережных и пирсов на металлических сваях оболочках, ограничения по льду отсутствует.

Величина ледовой нагрузки зависит от многих факторов, часть из которых характеризует лёд, а часть – сооружение. Ледовые нагрузки зависят от вида ледового образования, свойств льда, сценария взаимодействия и геометрии сооружения.

Рассмотрим определённый сценарий нагрузки от воздействия движущихся ледяных полей на сооружения с вертикальной передней гранью. Для расчетов примем следующие максимальные параметры одиночной льдины, которая может подойти к району проектируемых гидротехнических сооружений: размеры – 100×300 м, толщина – 35 см при максимальной скорости дрейфа до 25 см/с и направлением вектора движения от 140° до 300°. Сооружения на металлических сваях оболочках диаметром 1020×12. Нагрузку определим в соответствии с действующим СНиП 2.06.04-82* [1].

Нагрузку от воздействия движущихся ледяных полей на сооружения с вертикальной передней гранью в виде отдельно стоящей опоры с передней гранью в виде треугольника, многогранника или цилиндрического очертания необходимо определять по формуле:

$$F_{c.p} = 0,04Vh_d \sqrt{mAk_b k_v R_c t g \gamma} ; \quad (1)$$

где m – коэффициент формы опоры в плане, принимаемый по табл. 29 работы [1]; A – максимальная площадь ледяного поля (или суммарная площадь нескольких ледяных полей, оказывающих давление друг на друга) 1%-ной обеспеченности, м², определяемая по натурным наблюдениям; k_b – коэффициент, принимаемый по табл. 30 работы [1]; k_v – коэффициент, принимаемый по табл. 31 работы [1]; R_c – прочностные характеристики льда при сжатии и изгибе, МПа; γ – половина угла заострения передней грани опоры в плане на уровне действия льда, град. (для опоры с передней гранью в виде многогранника или полуциркульного очертания необходимо принимать $\gamma = 70^\circ$); V – скорость движения ледяного поля, м/с, определяемая по данным натурных наблюдений, а при их отсутствии допускается принимать ее равной:

- для рек и приливных участков морей – скорости течения воды;
- для водохранилищ и морей – 3% значения скорости ветра 1%-ной обеспеченности в расчетный период времени.

При этом, нагрузка $F_{c,p}$ определенная по формуле (1), не может быть больше нагрузки $F_{b,p}$, МН, определяемой по формуле:

$$F_{b,p} = mk_b k_v R_c b h_d, \quad (2)$$

где b – ширина опоры или секции сооружения по фронту на уровне действия льда, м; h_d – расчетная толщина ровного льда, м.

Результаты расчетов нагрузки на одну сваю $\varnothing 1020$ мм сведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты расчетов.

№	Условия нагружения	$F_{c,p}$, МН	$F_{b,p}$, МН
1	Период становления льда	1,068	0,403
2	Период освобождения акватории ото льда	0,920	0,299

За расчётные нагрузки на одиночные сваи $\varnothing 1020$ мм принимаем 0,403 МН = 40,3 тс. С таким усилием происходит остановка льдины опорой, в результате чего свая испытывает не только внутренние, но и внешние напряжения, что приводит к разрушению антикоррозийного покрытия в зоне переменного уровня, где неограниченный приток кислорода воздуха и постоянное смачивание увеличивают интенсивность коррозии. Не столь значительное разовое разрушение при действии ледяных полей на опору может привести к серьёзным восстановительным работам через 10-15 лет эксплуатации сооружения. В связи с этим, необходимо усиление толщины стенки сваи в зоне переменного уровня, либо установка антикоррозийных поясов в зоне переменного уровня.

В морях с тяжелыми ледовыми условиями в качестве альтернативы гравитационным сооружениям для небольших глубин (от 3 до 15 м) может быть предложен вариант использования сквозных сооружений с защитой в виде ледяных барьеров. Для создания таких барьеров по периметру сооружения с определённым шагом должны быть забиты сваи, рассчитанные по приведенному выше сценарию. Во время намерзания льда на одиночные сваи должно происходить их объединение в единый барьер, который воспримет нагрузку от движущихся ледяных полей.

ЛИТЕРАТУРА:

1. СНИП 2.06.04-82*. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения.