

РАСЧЁТ И ПРОГНОЗ ВНУТРИВОДНОГО ЛЕДООБРАЗОВАНИЯ В РЕКАХ

Бузин В.А., Горошкова Н.И.

ФГБУ «ГГИ», Россия

Отличительной особенностью процесса замерзания шугоносных участков рек, включая нижние бьефы высоконапорных ГЭС, является образование внутриводного льда - различных ледяных кристаллов (пластинчатых, круглых, чечевицеобразных и др.), а также их скопления в виде губчатой непрозрачной массы, находящейся в толще воды, на подводных предметах (глубинный лед) или на дне (донный лед).

В последние годы, возможно, в связи с изменением климата все чаще на реках России наблюдается увеличение осенне-зимней водности и процесс замерзания, в ходе которого ледообразование происходит в основном внутри водной массы, а доля льда поверхностного происхождения невелика. После ледостава длительное время сохраняются полыньи, являющиеся своеобразными фабриками шуги. По этой причине имеют место затруднения в работе водозаборных сооружений важных хозяйственных объектов (например, ТЭЦ). Помехи, вызываемые образованием внутриводного льда, обусловлены способностью кристаллов льда примерзать к металлу, обладающему гидрофильными свойствами, и прочно удерживаться на его поверхности. Намерзая на решетках водозаборов, внутриводный лед нарушает этим нормальное водоснабжение. Отверстия водозаборов остаются забитыми внутриводным льдом в течение нескольких дней, что нарушает нормальное функционирование хозяйственных объектов. Своевременный же прогноз интенсивности шугообразования может помочь принять подготовительные меры, направленные на уменьшение отрицательных последствий ледового явления.

Для расчётов интенсивности образования внутриводного льда предлагается формула, основанная на теории переохлаждения воды в турбулентном потоке:

$$I_h = -6,29(1 - \alpha) \frac{\theta}{h},$$

где I_h средняя за сутки интенсивность внутриводного ледообразования в $\text{кг/м}^3 \cdot \text{сек}$; θ – среднесуточная температура воздуха; h – глубина водного потока в м; α - доля поверхностного теплового потока, приводящего к образованию поверхностного льда, которая вычисляется по уравнению

$$\alpha = -0,0004 \frac{\theta}{A}.$$

Значение коэффициента турбулентного обмена (вязкости) водных масс, необходимое для ее определения α , рассчитывается по формуле

$$A = \frac{ghV}{C(0,7C + 6)},$$

где g – ускорение свободного падения, м/сек²; V – скорость течения, м/сек; C – коэффициент Шези.

Исходными данными для краткосрочного прогноза (с заблаговременностью 5 суток) интенсивности образования внутриводного льда являются температура воздуха и уровни (расходы) воды реки накануне её замерзания.

Расчётные и прогностические решения, полученные на теоретической основе, достаточно универсальны и дают возможность предсказания интенсивности образования внутриводного льда даже при ограниченном числе лет наблюдений. Исходными данными служат уровень воды и температура воздуха в начале замерзания реки. Точность расчётов и прогнозов зависит от обеспеченности процесса образования внутриводного льда материалами натурных исследований. К сожалению, систематические наблюдения за многими важными характеристиками ледовых процессов и явлений не ведутся и, в частности, за интенсивностью образования внутриводного льда. На сегодня количественных данных об этой характеристике очень мало, они носят отрывочный характер. Вместе с тем, установленные расчетные зависимости всё же дают представление о диапазоне рассматриваемой характеристики и могут использоваться не только для прогнозов, но и, например, при проектировании противообледенительных устройств на водозаборах.