

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДЛЕНИЯ ДОБЫЧНОГО СЕЗОНА В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Линейцев В. Ю., Чистов М. Н.

Научный руководитель – канд. техн. наук Корзун О. А.

Сибирский федеральный университет

Большинство обводненных месторождений носят сезонный характер, из-за трудностей, связанных с продлением добычного сезона в зимний период. Главным препятствием продления добычного сезона является лед. Существует много способов разрушения льда, и все они имеют свои достоинства и недостатки. Основным недостатком являются большие энергетические затраты. Поэтому нужны такие решения, которые снизят эти недостатки до минимума.

Данный способ майнообразования основан на разрушении льда с помощью погружении в воду элемента, в форме плоского полого параллелепипеда, содержащей заострения для более легкого разрушения, и последующим его поднятием под слоем льда, вследствие чего лед разрушается. Поднятие и погружение происходит соответственно с помощью закачивания и откачивания воздуха в устройство майнообразования (рис 1).

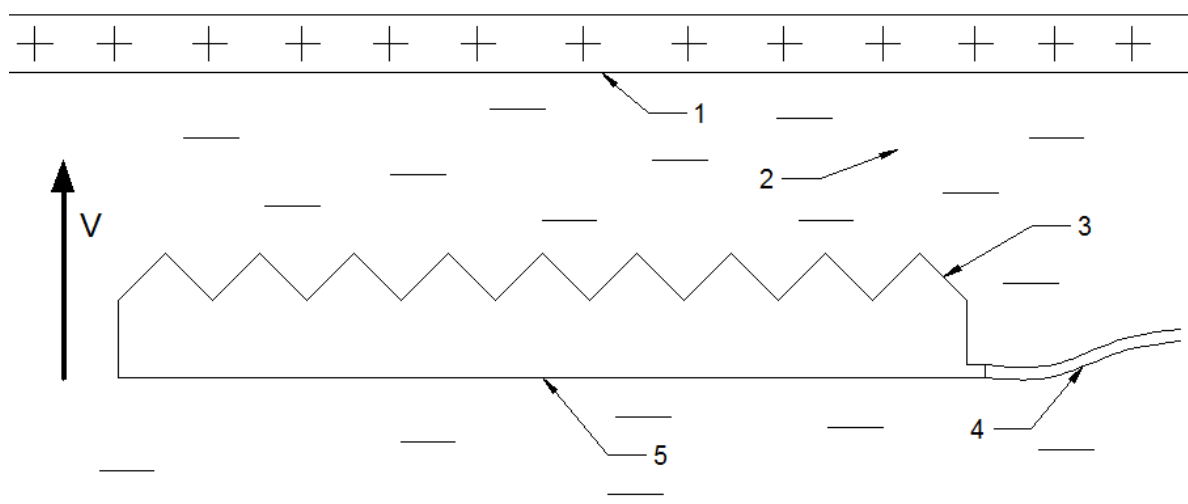


Рис. 1. Модель устройства майнообразования:

V – направление движения при закачивании воздуха; 1 – лед; 2 – вода; 3 – заострения; 4 – подающий шланг; 5 – устройство майнообразования.

Для подтверждения реализации предполагаемого способа сначала нужно определить прочность льда на изгиб. Использовались данные из различных статей ([1], [2], [3], [4]).

Пределы прочности льда на сжатие, на изгиб должны определяться по опытным данным, а при их отсутствии допускается:

1. Принимать прочность на сжатие по таблице 27 [1] в зависимости от температуры воздуха:

Соленость льда $S, ‰$	Предел прочности льда на сжатие $R_c, \text{тс/м}^2$. При среднесуточной температуре воздуха $t, ^\circ\text{C}$			
	0	-3	-15	-30
Менее 1 (пресный лед)	45	75	120	150
1-2	40	65	105	135
3-6	30	50	85	105

2. определить сопротивление льда изгибу R_f для пресноводного льда по формуле $R_f = 0,75 R_c$;

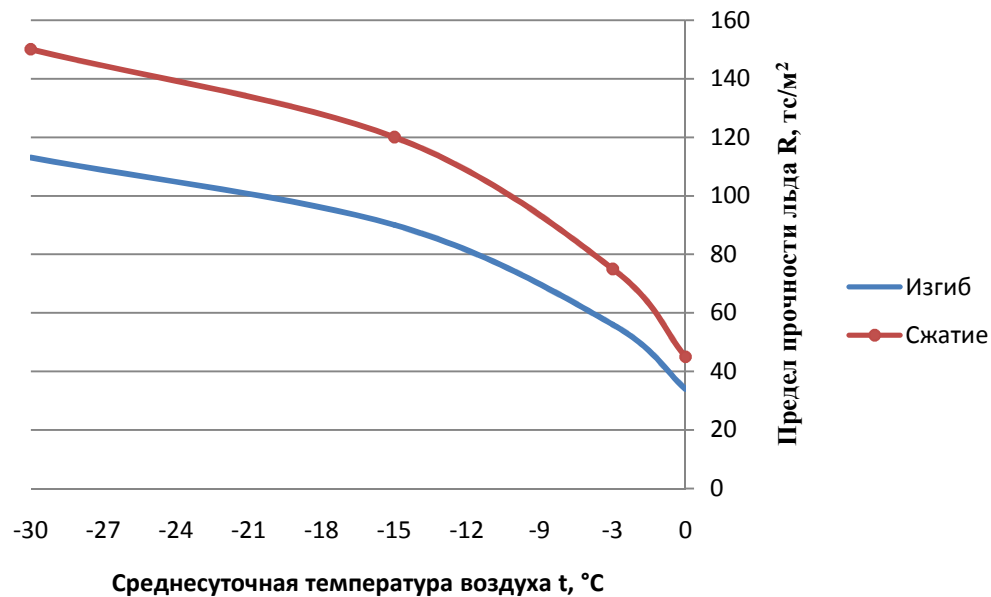


Рис. 2. Зависимость прочности пресного льда на изгиб и сжатие от температуры

С помощью разрывной машины LFM 20 kN была измерена прочность льда на сжатие при температуре замораживания -32 [2]. При этом тензометрические датчики зарегистрировали изменения и помощью программного обеспечения получили график (рис. 3) (образец толщиной 50 мм):

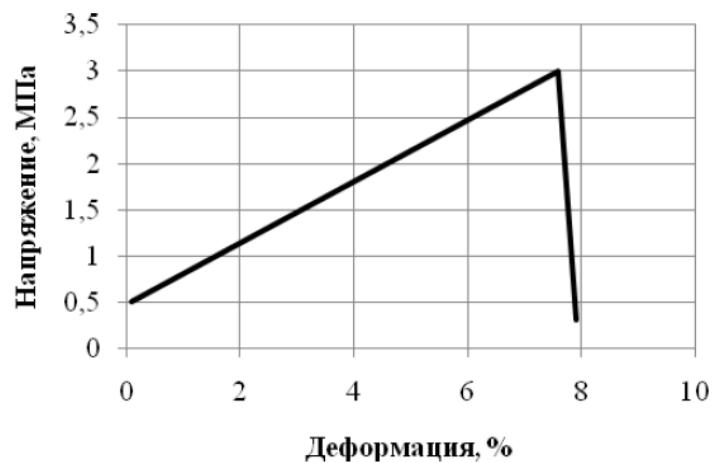


Рис. 3. Определение предела прочности льда

На рис. 3 показано, что предел прочности льда на сжатие при толщине 50мм и температуре замерзания -32, равняется 3МПа.

Данные исследований И.П. Бутягина, А.С. Неронова, Н.Д. Шитова, экспериментировавших с крупными образцами льда, позволяют установить проявление обратной пропорциональности между размерами испытываемого образца и определяемой опытом величиной предела прочности [3]

В работе [4] была дана экспериментальная зависимость, которой можно пользоваться в случае необходимости:

$$\sigma_2 = \sigma_1 * \frac{h_2 * \sqrt{h_1^3}}{h_1 * \sqrt{h_2^3}} \quad (1)$$

где σ_1 - предел прочности лабораторного льда;

σ_2 - предел прочности естественного льда;

h_1 - толщина лабораторного льда;

h_2 - толщина естественного льда.

С помощью разрывной машины была определена прочность образца на сжатие толщиной 50 мм. Можно определить прочность льда на сжатие толщиной 2 метра:

$$\sigma_2 = \sigma_1 * \frac{h_2 * \sqrt{h_1^3}}{h_1 * \sqrt{h_2^3}} = 3 * \frac{2 * \sqrt{0.000125}}{0.05 * \sqrt{8}} = 0,47 \text{ Мпа} \quad (2)$$

Соответственно прочность льда на сжатие:

$$R_f = 0.75 * R_c = 0.75 * 470 = 353 \text{ кПа} \quad (3)$$

Была построена трехмерная модель разрушающего элемента (рис 4), площадь учитывали для самой большой возможной ширины заходки земснаряда (52x52 м²). Материал – Сталь 10, толщина 3 мм. С помощью программы «Компас» была автоматически вычислена масса элемента и общий объем:

1. Общий объем – 8075 м³
2. Общий вес – 175 728 кг

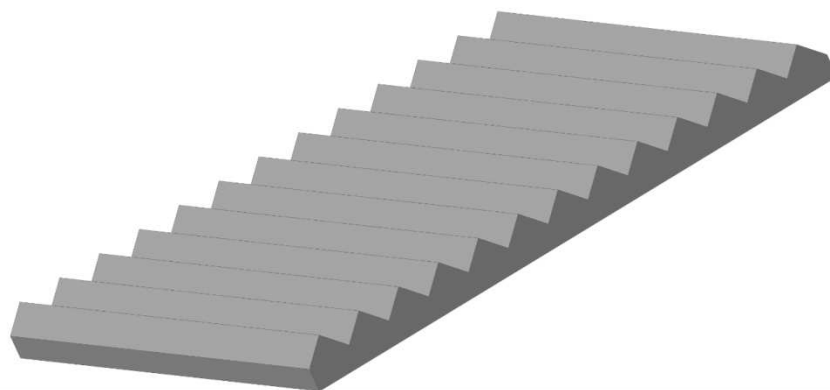


Рис. 4. Трехмерная модель устройства

Если при расчетах принимать $g = 10 \text{ Н/кг}$, то сила тяжести, действующая на элемент:

$$F_{\text{тяж}} = m * g = 175728 * 10 = 1\,757\,280 \text{ Н} \quad (4)$$

Архимедова сила (рис 5):

$$F_A = \rho_{\text{воды}} * g * V_{\text{тела}} = 1000 * 10 * 8075 = 80\,750\,000 \text{ Н} \quad (5)$$

Равнодействующая сила, воздействующая на тело, направлена вертикально вверх и равняется:

$$F_{\text{общая}} = 80750000 - 1757280 = 78\,992\,720 \text{ Н} \quad (6)$$

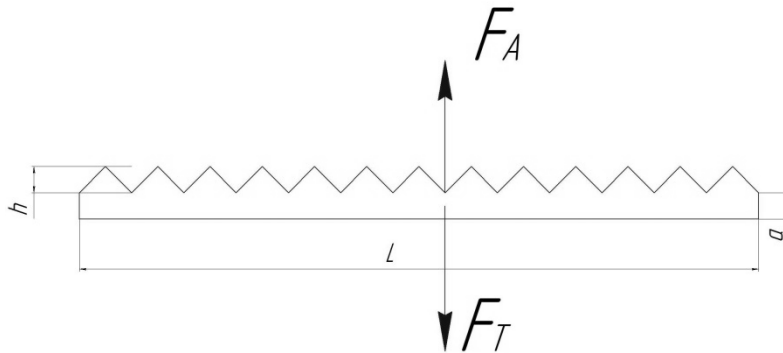


Рис. 4. Силы, действующие на устройство:
 h –высота заострения; a –высота рабочего пространства; L –длина устройства.

Рассчитаем давление, создаваемое разрушающим элементом, на лед. Площадь тела равна $52 \cdot 52 = 2704 \text{ м}^2$:

$$P = \frac{78992720}{2704} = 29213 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 29213 \text{ Па} \quad (7)$$

$$P < R_f$$

(8)

Что не достаточно для разрушения льда. Для решения этого вопроса были созданы заострения на поверхности детали, которые снижают площадь соприкосновения со льдом, тем самым увеличивая нагрузку на него. Чтобы разрушить лед, достаточно сосчитать максимальную допустимую площадь соприкосновения на 1 м^2 льда (рис 5):

$$S_{max} = \frac{27213}{353000} = 0,07 \text{ м}^2 \quad (9)$$

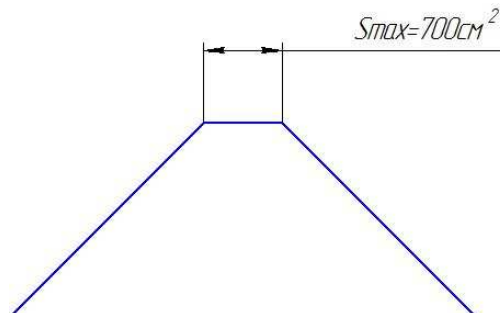


Рис. 5. Минимальное возможное заострение рабочего органа

В результате исследования была определена прочность льда на изгиб, было определено, что для разрушения льда недостаточно одной Архимедовой силы, нужны приспособления, увеличивающие нагрузку на лед. Устройство можно хранить подо льдом длительное время, не опасаясь его разрушения. Таким образом, устройство майнообразования может быть использовано на обводненных месторождениях в зимний период с наименьшими энергетическими затратами, что выгодно долгосрочный период.

Список литературы

1. СНиП 2.06.04-82. Нагрузка и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). М., 1989.
2. Энергосберегающие технологии продления добычного сезона при разработке обводненных месторождений. Гузев А. А., Корзун О. А. Сибирский федеральный университет.
3. Бутягин И.П. Прочность ледяного покрова в ледовых нагрузках на гидросооружения// Труды ТЭИ СО АН СССР. Новосибирск, 1961. Вып. XI.
4. Бычковский Н.Н. Определение грузоподъемности полубесконечного ледяного слоя / Сарат. политехн, ин-т. Саратов, 1969. 146 с.