

УДК 614.8.086

*В.В. Колесникова, канд. техн. наук*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ОХЛАЖДАЮЩЕМ ЖИЛТЕ ГОРНОРАБОЧЕГО

Приведены результаты теоретическим исследованиям процессов теплообмена в охлаждающем жилете горнорабочего базовой (ОЖГ) и модернизированной модели (ОЖГ-М), отличающейся послойным строением оболочки, конструкцией решетчатого кармана для охлаждающих элементов, цельностью лицевой и спинной части жилета.

*Ключевые слова:* теплообмен, охлаждающий жилет горнорабочего, водолеяной охлаждающий элемент, допустимая продолжительность работы, теплоотвод.

*V. Kolesnykova, Cand. of Sc. (Eng.)*

## RESEARCH OF HEAT EXCHANGE PROCESSES WITHIN A COOLING JACKET OF A MINE-WORKER

Results of the theoretical researches of the heat exchanging processes taking place within the cooling jacket of a mine-worker both basic (OZhG) and modernized (OZhG-M) models are laid down. These models are distinct by layer composition of the envelope, construction of the lattice pocket for the cooling elements, and integrity of both facial and back parts of the jacket.

*Keywords:* heat exchange, cooling jacket of a mine-worker, water and ice cooling element, permissible duration of functioning, heat removal.

Исследованиям теплообменных процессов в противотепловой одежде с водолеяной системой охлаждения посвящены работы [1-5], в результате чего определены основные её технические характеристики: масса и время защитного действия. Однако, в этих работах не рассматривается введение в послойное строение оболочки ПТО дополнительного элемента с высоким коэффициентом отражения, а также дополнительного воздушного слоя между теплоизоляционной и теплосъемной частями жилета.

Для исследования теплообменных процессов в системе «охлаждающий жилет – человек» используем диапазон микроклиматических условий, на которые ориентированы расчеты в работе [1]. Однородность параметров расчетов, а также идентичность алгоритма исследований позволит произвести достоверный сравнительный анализ разрабатываемой модели жилета с прототипом (ОЖГ).

Уравнение теплового баланса для процесса переноса теплоты представим в виде

$$\rho c_p V_n \frac{dT_n}{d\tau} = \alpha_n S_n (T_\Delta - T_n) + Q_\phi - \alpha_3 S_3 (T_n - T_3), \quad (1)$$

где  $\rho$  – плотность среды пододежного пространства (ПП), кг/м<sup>3</sup>;  $c_p$  – удельная теплоёмкость среды ПП, Дж/(кг · К);  $V_n$  – объём ПП, м<sup>3</sup>;  $T_n$  – температура в ПП, К;  $\alpha_n$  – суммарный коэффициент конвективного и лучистого теплообмена между внутренней поверхностью оболочки и ПП, Вт/(м<sup>2</sup> · К);  $S_n$  – площадь внутренней поверхности оболочки, м<sup>2</sup>;  $T_\Delta = T_3|_{h=\Delta}$  – температура внутренней поверхности оболочки, К;  $Q_\phi = Q_\psi + Q_\omega$  – суммарная тепловая мощность потоков от тела человека, через швы и негерметичные узлы из внешней

среды (фонозная мощность), Вт;  $\alpha_3$  – суммарный коэффициент конвективного и лучистого теплообмена между поверхностью оболочки охлаждающих элементов и ПП, Вт/(м<sup>2</sup> · К);  $S_3$  – суммарная площадь поверхности охлаждающих элементов, м<sup>2</sup>;  $T_3$  – температура охлаждающих элементов, К.

Формулу (1) можно использовать для расчёта температуры в ПП при наличии данных о температуре охлаждающего элемента (ОЭ-2) в каждый момент времени. В свою очередь динамика последней определяется температурой на его поверхности, а, следовательно, температурой в ПП.

Температура в ПП имеет вид (2)

$$T_n = A_n + B_n \cdot \psi(z_n); \tilde{T} = \tilde{A} + \tilde{B} \cdot \psi(\tilde{z}); \bar{T} = \bar{A} + \bar{B} \cdot \psi(\bar{z}), \quad (2)$$

где  $A_n, B_n, \tilde{A}, \tilde{B}, \bar{A}, \bar{B}$  – определяются из краевых условий;

$\psi(z) = 2/\sqrt{\pi} \int_0^z e^{-\xi^2} d\xi$  – интегральная функция или так называемая функция ошибок

$erf(z)$ ;  $z_n = \frac{r}{2 \cdot a_n \cdot \sqrt{\tau}}$ ,  $\tilde{z} = \frac{r}{2 \cdot \tilde{a} \cdot \sqrt{\tau}}$  и  $\bar{z} = \frac{r}{2 \cdot \bar{a} \cdot \sqrt{\tau}}$  – значения безразмерной

пространственной координаты в пределах пододежного пространства, жидкой и твёрдой фаз ОЭ-2 соответственно.

необходимо вначале определить параметр  $\dot{a}$  фронта фазовых превращений из уравнения (2)

$$\dot{a} = \frac{T_0 - \dot{T}}{\eta \cdot \sqrt{\pi}} \frac{\tilde{\lambda}}{\tilde{a}} \left[ \frac{1}{\tilde{b} - \psi(\dot{a}/\tilde{a})} e^{-\dot{a}^2/\tilde{a}} - \bar{b} \frac{1 - \bar{\Delta}_0}{1 - \psi(\dot{a}/\bar{a})} e^{-\dot{a}^2/\bar{a}} \right], \quad (3)$$

где

$$\bar{b} = \frac{\tilde{\lambda} \cdot \tilde{a}}{\tilde{\lambda} \cdot \bar{a}}; \quad \bar{\Delta}_0 = \frac{\Delta_0}{T_0 - \dot{T}}. \quad (4)$$

затем рассчитать  $\bar{B}, \tilde{B}, B_n$  по формулам (3), (4) и  $\bar{A}, \tilde{A}, A_n$  – по (7), (6), (5).

$$\tilde{B} = \frac{T_0 - \dot{T}}{\tilde{b} - \psi(\dot{a}/\tilde{a})}; \quad \bar{B} = \frac{T_0 - \dot{T}}{1 - \psi(\dot{a}/\bar{a})}. \quad (5)$$

$$\frac{\lambda_n}{a_n} B_n = \frac{\tilde{\lambda}}{\tilde{a}} \tilde{B}, \text{ тогда } B_n = \tilde{b} \cdot \tilde{B}, \quad (6)$$

где обозначено  $\tilde{b} = (\tilde{\lambda} \cdot a_n) / (\lambda_n \cdot \tilde{a})$ .

$$\tilde{A} = A_n, \quad (7)$$

$$\tilde{A} = T_0 - B_n = T_0 - \tilde{b} \cdot \tilde{B}. \quad (8)$$

$$\bar{A} = T_0 - \Delta_0 - \bar{B}. \quad (9)$$

Моделирование динамики температурного поля по глубине ОЭ-2 необходимо начинать с определения положения границы фазовых превращений по формуле (10) в заданный момент времени [1]. Расчёты производим до момента времени достижения фронта плавления льда в ОЭ-2.

$$x = 2 \cdot \dot{a} \cdot \sqrt{\tau}, \tag{10}$$

где  $\dot{a} = \text{const}$  – коэффициент пропорциональности, имеющий размерность  $\text{м}/\sqrt{\text{с}}$ .

В качестве примера на рис. 1 приведены результаты расчета динамики температуры ОЭ-2 при максимальной температуре в пододежном пространстве  $40^\circ\text{C}$  с учетом дополнительных лучеотражающего и воздушного слоев.

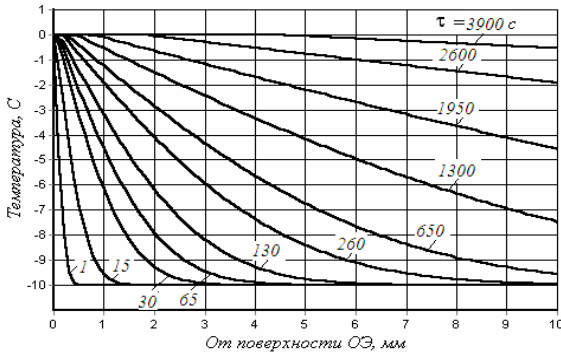


Рисунок 1 — Динамика температуры ОЭ-2 при  $T_{\text{ПП}} = +40^\circ\text{C}$  с учетом дополнительных лучеотражающего и воздушного слоев

Анализ полученных результатов показал, что введение дополнительных элементов в послойное строение оболочки ПТО позволяет увеличить время теплосъема охлаждающих элементов по сравнению с прототипом на 30%.

Полученные результаты используем для решения одной из задач исследований – моделирования температуры в ПП, для чего вновь обратимся к уравнению (1). Путем некоторых преобразований [1] из формулы (3) была получена формула (11), в которой описан характер зависимости температуры в ПП от интенсивности теплообмена между ОЭ-2 и ПП, оболочкой и пододежным пространством, а также от соотношения суммарной площади всех ОЭ-2 к площади внутренней поверхности оболочки.

$$\tau_{\Delta} \frac{\partial T_{\text{н}}}{\partial \tau} = (T_{\Delta} - T_{\text{н}}) - \alpha \cdot s \cdot (T_{\text{н}} - T_{\text{с}}) + \Delta T_{\phi}, \tag{11}$$

где  $\tau_{\Delta} = \frac{\rho \cdot c_p \cdot V_{\text{н}}}{\alpha_{\text{н}} \cdot S_{\text{н}}}$  – время, в течение которого в ПП аккумулируется теплота,

проникшая извне, с;

$$\Delta T_{\phi} = \frac{Q_{\phi}}{\alpha_{\text{н}} \cdot S_{\text{н}}} \tag{12}$$

где  $\Delta T_{\phi}$  – приращение температуры в ПП за счёт фонового теплового потока, К.

Результаты моделирования динамики температуры в слоях оболочки и в пододежном пространстве представлены на рис. 2, 3.

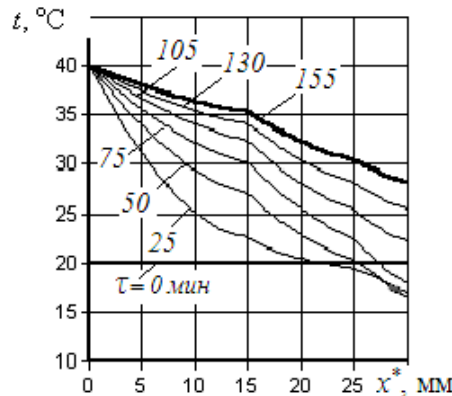


Рисунок 2 — Динамика температуры в слоях оболочки разрабатываемой модели жилета

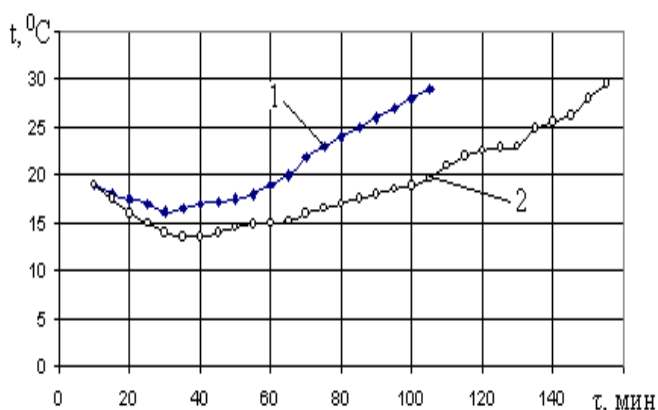


Рис. 3. Динамика температуры в ПП в ОЖГ (1) и разрабатываемой модели жилета (2)

Анализ результатов показал, что практически до окончания периода таяния льда (в нашем случае 80 мин) температура в пододежном пространстве не превышала стандартной величины и даже снижалась. С началом периода нагревания воды одновременно повышалась температура в ПП и достигла допустимого уровня температуры в 30<sup>0</sup>С через 155 минут, что на 35 минут дольше, чем в прототипе.

Для дальнейших исследований теплообмена в системе «окружающая среда – охлаждающий жилет – человек» необходимо знать площади поверхностей отдельных частей тела ( $S_i$ ), которые определены по данным антропометрических измерений в виде относительных величин ( $\delta_i$ ) и приведены в табл. 1 [1].

Таблица 1 – Площадь поверхности частей тела человека

Часть тела	$\delta_i, \%$	$S_i, \text{м}^2$	
Голова	$\delta_1 = \sum_{i=1}^3$	$S_2 = \sum_{i=1}^3$	
Руки			7
Ноги			22
	31	0,558	
Туловище	$\delta_2 = 40$	$S_2 = 0,720$	

При расчете за исходную величину принята общая площадь поверхности тела, равная 1,8 м<sup>2</sup> для среднестатистического человека мужского пола. В соответствии с этими данными доля поверхности тела, включающая голову, руки и ноги, составляет 60 % или  $\delta_1 = 0,6$  при площади –  $S_1 = 1,08 \text{ м}^2$ , а для туловища – 40 %,  $\delta_2 = 0,4$ ,  $S_2 = 0,72 \text{ м}^2$ .

Для исследований теплообмена суммарной части тела, включающей голову, руки и ноги, составим уравнение теплового баланса, в котором индекс «1» показывает, что соответствующие величины тепловых потоков  $Q_1$ , Вт, относятся именно к этой суммарной части тела:

$$Q_{S1} = \delta_1(Q_C + Q_R + Q_{EM}) + Q_{T1}, \quad (13)$$

где  $Q_{S1}$  – суммарный тепловой поток;

$Q_C, Q_R, Q_{EM}$  – тепловые потоки, обусловленные конвекцией, излучением и испарением или конвекцией влаги на поверхности тела человека;

$Q_{T1}$  – теплопродукция организма человека, относящаяся к указанным выше частям тела.

Величину  $Q_{T1}$  можно записать в виде

$$Q_{T1} = \delta_1 Q_M (1 - \eta), \quad (14)$$

где  $Q_M$  – общие энергозатраты всего организма, Вт.

$\eta$  – КПД человека.

Формулу (13) можно записать в следующем виде:

$$Q_{S1} = Q_{C1} + Q_{R1} + Q_{EM1} + Q_{T1}. \quad (15)$$

В формулах (13) и (15) фигурирует максимально возможный теплоотвод испарением пота  $Q_{EM1}$ , который правомерен в том случае, если в организме происходит накопление теплоты, и он не в состоянии отвести ее излишек даже при максимальном теплоотводе путем испарения пота. В то же время возможны ситуации, когда при определенных параметрах микроклимата и энергозатрат организм путем собственной терморегуляции обеспечивает нулевое теплонакопление, т.е. организм не охлаждается и не нагревается. При этом терморегуляция происходит, в основном, путем теплоотвода испарением пота, который поддерживается на уровне, обеспечивающем нулевое теплонакопление в организме. В данном случае расчет необходимого (но не максимального  $Q_{EM1}$ ) теплоотвода путем испарения пота ( $Q_{E1}$ , Вт) проводится с учетом формулы (12) при условии  $Q_{S1} = 0$ , то есть

$$Q_{E1} = -(Q_{C1} + Q_{R1} + Q_{T1}). \quad (16)$$

Результаты расчета показателей по формулам (14-16) с использованием компьютерной программы «Баланс» приведены в табл. 2. При расчете по этой программе потоки, отводящие теплоту от организма, имеют знак минус, а подводящие – знак плюс.

Таблица 2 — Показатели теплообмена для суммарной части тела

Исходные данные		Расчетные данные					
$t_H, ^\circ\text{C}$	$B, \%$	$Q_{C1}, \text{Вт}$	$Q_{R1}, \text{Вт}$	$Q_{EM1}, \text{Вт}$	$Q_{E1}, \text{Вт}$	$Q_{T1}, \text{Вт}$	$Q_{S1}, \text{Вт}$
30	80	-25,3	-12,9	-128,8	-69,3	107,5	0,0
	90	-25,3	-12,9	-103,9	-69,3	107,5	0,0
	95	-25,3	-12,9	-91,7	-69,3	107,5	0,0
32	80	-15,2	-7,8	-104,8	-84,5	107,5	0,0
	90	-15,2	-7,8	-77,0	-	107,5	7,5
	95	-15,2	-7,8	-62,9	-	107,5	21,6
35	80	0,0	0,0	-64,1	-	107,5	43,7
	90	0,0	0,0	-31,9	-	107,5	75,6
	95	0,0	0,0	-15,1	-	107,5	92,4

При этом приняты следующие исходные данные: термическое сопротивление одежды  $M = 0,35$  КЛО ( $0,056 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ); температура окружающего воздуха ( $t_H$ ) 30, 32 и 35  $^\circ\text{C}$ ; относительная влажность окружающего воздуха ( $B$ ) 80, 90 и 95 %; энергозатраты человека

$Q_M = 320$  Вт; скорость движения воздуха  $V = 2$  м/с; рост человека  $h = 170$  см и его масса  $m = 70$  кг; средневзвешенная температура кожи  $35$  °С, а поэтому при  $t_H = 35$  °С (при отсутствии перепада температур между окружающим воздухом и поверхностью кожи)  $Q_{C1} = Q_{R1} = 0$ .

Далее проводим аналогичный расчет теплообмена туловища с использованием формул (7) и (9), в которых индекс «1» изменен на индекс «2» (табл. 3). Для расчета показателей теплообмена приняты те же исходные данные, что и для расчета показателей, приведенных в табл. 1. Отличие состоит только в том, что для туловища тепловое сопротивление одежды (жилета) принято  $M = 0,98$  КЛО =  $0,15$  м<sup>2</sup>·К/Вт.

Таблица 3 – Показатели теплообмена туловища

Исходные данные		Расчетные данные					
$t_H$ , °С	$B$ , %	$Q_{C2}$ , Вт	$Q_{R2}$ , Вт	$Q_{EM2}$ , Вт	$Q_{T2}$ , Вт	$Q_{S2}$ , Вт	
0	3	80	–	–	–34,2	71,7	26,4
		90	6,6	4,6	–27,6	71,7	33,0
		95	6,6	4,6	–24,3	71,7	36,3
2	3	80	–	–	–27,6	71,7	37,2
		90	3,9	2,7	–20,4	71,7	44,6
		95	3,9	2,7	–16,7	71,7	48,4
5	3	80	0,0	0,0	–17,0	71,7	54,7
		90	0,0	0,0	–8,6	71,7	63,1
		95	0,0	0,0	–3,99	71,68	67,7

Сводные данные по теплонакоплению организма (см. табл. 2 и 3) приведены в табл. 4, в которой его суммарная величина  $Q_S = Q_{S1} + Q_{S2}$ .

Используя полученные данные, определим количество водяного льда, необходимое для отвода поступающей в организм человека теплоты, и количество охлаждающих элементов ОЭ-2 соответственно

$$m_{\text{л}} = 60Q_S \tau / q_m, \quad n_{\text{ОЭ}} = m_{\text{л}} / m_{\text{ОЭ}}, \quad (17)$$

где  $m_{\text{л}}$  – масса водяного льда, кг;

$\tau$  – время защитного действия жилета, мин;

$q_m$  – удельный запас холода водяного льда, Дж/кг.

$n_{\text{ОЭ}}$  – количество элементов ОЭ-2, шт;

$m_{\text{ОЭ}}$  – масса льда в ОЭ-2, кг.

Таблица 4 – Сводные данные по теплонакоплению организма

Исходные данные		Расчетные данные		
$t_H, ^\circ\text{C}$	$B, \%$	$Q_{S1}, \text{Вт}$	$Q_{S2}, \text{Вт}$	$Q_S, \text{Вт}$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
30	80	0,0	26,4	26,4
	90	0,0	33,0	33,0
	95	0,0	36,3	36,3
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
32	80	0,0	37,2	37,2
32	90	7,5	44,6	52,1
	95	21,6	48,4	69,9
35	80	43,5	54,7	98,1
	90	75,6	63,1	138,7
	95	92,4	67,7	160,1

Итак, возьмем при значении температуры шахтного воздуха  $32^\circ\text{C}$ , его относительную влажность  $95\%$   $Q_S = 99,9$  Вт, а при температуре  $35^\circ\text{C}$  и влажности  $80\%$   $Q_S = 140,2$  Вт. Возьмем среднее между ними значение и примем для дальнейших расчетов  $Q_S = 120$  Вт, время охлаждающего действия жилета (время полного таяния льда в жилете до температуры  $20^\circ\text{C}$  при однократном снаряжении его ОЭ-2)  $\tau = 156$  мин, при этом удельный запас холода водяного льда за счет его теплоты плавления  $q_m = 436 \cdot 10^3$  Дж/кг.

Исходя из принятых исходных данных, получаем по формуле (11) необходимую массу водяного льда  $m_{\text{л}} = 2,6$  кг. В стандартном водоледяном элементе ОЭ-2 масса льда  $m_{\text{ОЭ}} = 0,173$  кг. Следовательно, для однократного снаряжения жилета необходимое количество ОЭ-2  $n_{\text{ОЭ}} = 15$  шт.

Таким образом получаем, что по сравнению с прототипом разрабатываемая модель охлаждающего жилета имеет время защитного действия при однократном его переснаряжении  $156$  мин, что на  $30\%$  больше прототипа, однако масса при этом не изменяется.

Проанализируем зависимость допустимой продолжительности работы (ДПР) горнорабочего в ОЖГ и в разрабатываемой модели от различных факторов. Последующие расчеты соответствующих зависимостей и полученные по ним результаты основаны на следующих тепловых балансах горнорабочего при заданных параметрах микроклимата и физической нагрузки при работе в охлаждающем жилете.

$$Q_S = Q_C + Q_R + Q_{EM} + Q_M(1 - \eta) + Q_D - Q_X, \quad (18)$$

где  $Q_S$  – суммарный тепловой поток, нагревающий или охлаждающий тело человека, Вт;

$Q_D$  – теплообмен дыханием;

$Q_X$  – теплоотвод системой охлаждения жилета [5].

В соответствии с физиологическими нормами ДПР ограничивается допустимым приростом средней температуры тела человека, равным  $2^\circ\text{C}$ .

Зависимость ДПР от температуры воздуха и от скорости его движения приведены на рис. 4, а от температуры воздуха и его относительной влажности – на рис. 5.

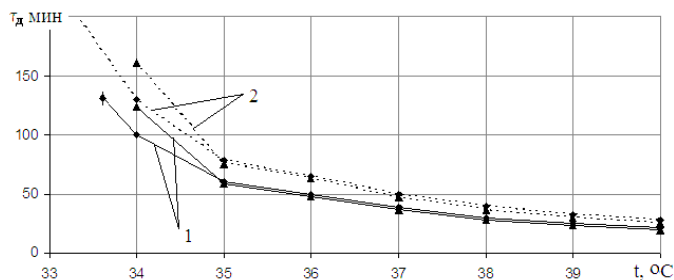


Рисунок 4 — Допустимая продолжительность работы горнорабочего в ОЖГ и в разрабатываемой модели жилета (однооснащение ОЭ-2) при энергозатратах 320 Вт и относительной влажности воздуха 100 %: 1 – в ОЖГ при  $v = 1$  м/с и 5 м/с; 2 – в разрабатываемой модели при  $v = 1$  м/с и 5 м/с.

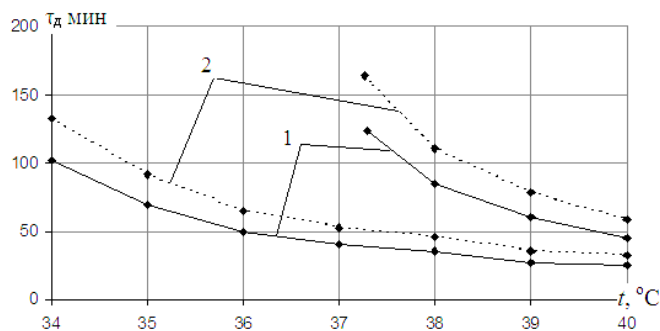


Рисунок 5 — Допустимая продолжительность работы горнорабочего в ОЖГ и разрабатываемой модели жилета (однооснащение ОЭ-2) при энергозатратах 320 Вт и скорости движения воздуха 2 м/с: 1 – в ОЖГ при  $B = 100$  % и 75 %; 2 – в разрабатываемой модели  $B = 100$  % и 75 %

Поскольку допустимая продолжительность работы в разрабатываемой модели жилета рассчитана для однократного снаряжения его ОЭ-2, то оно ограничено временем полного таяния льда, равным 156 мин. Результаты исследований показывают существенное повышение эффективности охлаждающего жилета. Так, например, при температуре воздуха 34 °С ДПР в ОЖГ равна 100-110 мин, а в разрабатываемой модели – 130-143 мин, т.е. больше в среднем на 30%.

Зависимость ДПР от температуры воздуха и от физической нагрузки (от энергозатрат) на горнорабочего, работающего в ОЖГ и в разрабатываемой модели жилета, при относительной влажности окружающего воздуха 95 % и скорости его движения 2 м/с приведены на рис. 6.

При расчете зависимостей, приведенных на рис. 6, учтено следующее обстоятельство. При увеличении энергозатрат соответственно увеличивается теплопродукция организма человека. Поскольку тепловой поток (теплопродукция) от организма человека увеличивается, то более интенсивно тает лед в ОЭ-2 и, в определенной степени, увеличивается тепловой поток, поглощаемый ими, одновременно уменьшается время полного таяния льда и этим определяется время защитного действия жилета при одном его оснащении ОЭ-2.

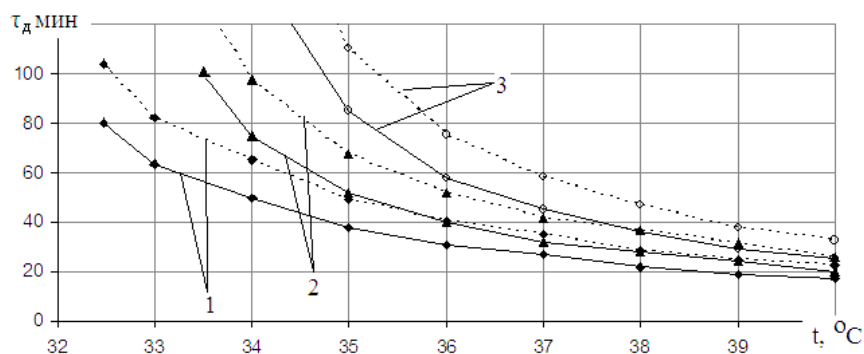


Рисунок 6 — Допустимая продолжительность работы горнорабочего в ОЖГ и разрабатываемой модели жилета (при однократном оснащении ОЭ-2) в зависимости от энергозатрат: 1 – 320 Вт; 2 – 480 Вт; 3 – 640 Вт (----разрабатываемая модель; — ОЖГ)



При расчете принято допущение, что тепловой поток ( $Q_x$ ), поглощаемый ОЭ-2, пропорционален теплопродукции организма человека, а время полного таяния льда обратно пропорционально ей.

**Выводы:**

1. Анализ динамики температуры ОЭ-2 при ТПП = +40 °С с учетом дополнительных лучеотражающего и воздушного слоев показал, что введение дополнительных элементов в послойное строение оболочки ПТО позволяет увеличить время теплосъема охлаждающих элементов по сравнению с прототипом в среднем на 30%.

2. Анализ динамики температуры в ПП в ОЖГ и ОЖГ-М показал, что практически до окончания периода таяния льда температура в пододежном пространстве не превышает стандартной величины и даже снижается. С началом периода нагревания воды одновременно повышается температура в ПП и достигает допустимого уровня температуры в 30°С через 155 минут, что на 35 минут дольше, чем в прототипе.

По сравнению с ОЖГ ОЖГ-М имеет время защитного действия при однократном его переснаряжении 156 мин, что на 30% больше ОЖГ, однако масса при этом не изменяется.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Онасенко О.О. Обґрунтування параметрів засобів індивідуального протигазотеплового захисту гірників. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. –Макіївка– 2010. – 20 с.
2. Клименко Ю.В. Теоретические основы тепловых расчетов противотепловой одежды для горноспасателей / Ю.В.Клименко // Науковий вісник ГНА України. – Дніпропетровськ, 2001. – № 3. – С. 70 – 73.
3. Гаврилко О.А. Математичне моделювання нестационарного переносу тепла в захисному одязі пожежних і гірничорятувальників з водольодяною системою охолодження / О.А.Гаврилко // Пожежна безпека: Зб. наук. праць, ЛПБ: УкрНДПБ МНС України. – Львів. - 2002. – С. 76 –82.
4. Онасенко А.А. Математическое моделирование теплообменных процессов в противогазотепловом костюме с водольодяными охлаждающими элементами/ А.А.Онасенко, И.Ф.Марийчук //Форум гірників - 2005: Матеріали міжнародної конференції, 12 – 14 жовтня 2005. – Т.3. – Днепропетровск: ГНУ, 2005. – С. 206 – 214.
5. Онасенко А.А. Теплообменные процессы в системе «окружающая среда – охлаждающий жилет – человек»/ А.А.Онасенко // Горноспасательное дело: сб. науч. тр. НИИГД «Респиратор». – Донецк, 2005. – Вып.42. – С. 120 – 125.

