

УДК.620.22

**УЧЁТ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ И ЭКЗОТЕРМИИ ПРИ ТЕПЛО
ВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Проф. Алиназаров А.Х

Наманганский инженерно-строительный

институт (НамИСИ)

Республика Узбекистан

Стар. преп. Хайдаров Ш.Э

Наманганский инженерно-строительный

институт (Нам ИСИ)

Республика Узбекистан

Аннотация: В статье показано, доля экзотермии в общих затратах для оценки эффективности того или иного режима гелиотеплохимического воздействия для многокомпонентных цементных материалов. Проведены оценочные расчёты влияния режимов тепловыделения в многокомпонентных цементных материалах с учетом коэффициента лучепоглощения материала.

Abstract: The article shows the share of exotherm in the total costs for assessing the effectiveness of a particular mode of solar thermal treatment for multicomponent cement materials. Estimated calculations of the effect of heat release modes in multicomponent cement materials, taking into account the coefficient of radiation absorption of the material, have been carried out.

Ключевые слова: тепломассоперенос, солнечной радиация, многокомпонентные цементные материалы, теплоперенос, лучепоглощение, тепловыделенные, термообработка.

Key words: heat and mass transfer, solar radiation, multi-component cement materials, heat transfer, radiation absorption, heat-released, heat treatment.

При разработке оптимальных режимов тепломассопереноса с учетом солнечной радиации с целью интенсификации твердения многокомпонентных цементных материалов, наряду с задачей обеспечения высокого качества изделий, существенным является прогнозирование энергетически обоснованных условий технологического процесса при экономически оптимальном расходе энергетических ресурсов. [1. стр. 10]

Процесс теплопереноса в обогреваемом и твердеющем многокомпонентных цементных изделия с учетом коэффициента лучепоглощения изделий из многокомпонентных цементных материалов и изделий из него описывается следующей системой уравнений

$$c\rho \frac{\partial t(x, \tau)}{\partial \tau} = \lambda \frac{\partial^2 t(x, \tau)}{\partial x^2} + q_v(t, \tau) + q_l; \quad 0 \leq x \leq 1 \quad (1)$$

$$t(x, 0) = t_H; \quad t(0, \tau) = t_{cp} \tau; \quad (2)$$

$$t(x, 0) = t_H; \quad t_{cp} \tau = t(0, \tau); \quad (3)$$

$$\frac{\partial t(r+0, \tau)}{\partial x} = \frac{\partial t(r-0, \tau)}{\partial x}; \quad \frac{\partial t(l, \tau)}{\partial x}; \quad (4)$$

где $q_m(l, \tau) = m_m q_3(t, \tau)$ - объемный источник теплоты от гидратации цемента, Вт/м³;

$\lambda = 0,28-0,32$ Вт/м⁰К- коэффициент теплопроводности;

c - удельная теплоемкость золоцементного материала, 830-870 Вт/м³ К;

ρ - плотность бетона, 1316-1530 кг/м³;

m_v - масса цемента в 1 м³ бетона, 180-295 кг/м³;

l - толщина золоцементного изделия, 0,1; 0,2; 0,3 м;

q_3 - интенсивность внутреннего источника теплоты, Вт/кг;

t_H - температура греющей поверхности, причем при $0 \leq \tau \leq 7200$ с

$$t_{cp}(\tau) = (t_{max} - t_H) \frac{\tau}{7200} + t_H; \quad t_{cp}(\tau) = t_{max};$$

при этом $t_H = 20^\circ\text{C}$, $t_{max} = 80^\circ\text{C}$.

Зависимости интенсивности тепловыделения от температуры и времени моделировались по методу равных тепловыделений [2. стр. 95] экспериментально полученного набора кривых для изотермических условий [3. Стр. 87], которые при численной реализации аппроксимировались сплайнами первого порядка.

Для численной реализации модели (1) – (4) использовалась явная конечно-разностная схема [4,5,6], которая позволяет в общей динамике температур выявить составляющую, определяемую действием внутреннего источника:

$$t_i^j = \frac{\lambda}{c \cdot \rho} \frac{\Delta \tau}{\Delta x^2} (t_{i-1}^{j-1} - 2t_i^{j-1} - t_i^{j-1}) + t_i^{j-1} + \frac{m_v - \Delta \tau}{c\rho} q_{3i}^{j*}; \quad (5)$$

где $I = 0, N; N = 5; j = 0, k; k = 600; j^*$ - индекс момента времени, определяемый по методике равных тепловыделений, i .

Порядок аппроксимации разностной схемы (5) зависит не только от порядка аппроксимации уравнения, но и краевых условий. Начальные и граничные условия 1-го рода при $x = 0$ аппроксимируются точно, а на границе $x = 1$ с точностью $O(\Delta x)$ [17]. Для повышения порядка аппроксимации краевых условий (4) при $x = 1$ раскладывали производную $\frac{\Delta t}{\Delta x}$ в ряд Тейлора в окрестности точки $x = 1$:

$$t(l, \tau) = \frac{\partial t(l, x)}{\partial x} = t(l, \tau) - \frac{\Delta x}{2} \cdot \frac{\partial^2 t(l, \tau)}{\partial x^2} + O(\Delta x^2).$$

Отсюда

$$\frac{\partial t(j, \tau)}{\partial x} = t(l, \tau) - \frac{\Delta x}{2} \cdot \frac{\partial^2 t(l, \tau)}{\partial x^2} + O(\Delta x).$$

Выразив вторую производную из уравнения (4.1)

$$\frac{\partial^2 t(j, \tau)}{\partial x^2} = \frac{c \cdot \rho}{\lambda} \frac{\partial t(l, \tau)}{\partial \tau} - \frac{m_v}{c \cdot \rho} q_{\vartheta}(t, \tau) \quad (6)$$

и учитывая, что на этой границе $\frac{\Delta t}{\Delta} x = 0$, получим

$$t(l, \tau) - \frac{\Delta x}{2\lambda} \cdot c \cdot \rho \left[\lambda \frac{\partial t(l, \tau)}{\partial \tau} - m_v \cdot q_{\vartheta}(t, \tau) \right] = 0;$$

$$t_N^j = \frac{\Delta \tau}{0,5 \cdot c \cdot \rho \cdot \Delta x^2} \left[t_N^{j-1} - t_{N-1}^{j-1} \right] + \frac{m_v - q_{\vartheta}^j}{c \cdot \rho} + t_N^{j-1} + O(\Delta x^2). \quad (7)$$

Таким образом, разностные аналоги уравнения и краевых условий имеют одинаковый порядок аппроксимации $O(\tau + \Delta x^2)$. В (5) подъём температуры в расчётной точке за счёт внутреннего тепловыделения

$$\Delta t q_i^{j-1} = \frac{m_v \cdot \Delta \tau}{c \cdot \rho} q_{\text{Э}i}^{j*} + K_A \cdot q_l^i. \quad (4.8)$$

Общий рост температуры за весь период термообработки изделия

$$\sum_{j=1}^k \Delta t \cdot q_i = \sum_{j=1}^k \frac{m_v \cdot \Delta \tau}{c \cdot \rho} \cdot q_{\text{Э}i}^{j*} + q_l. \quad (9)$$

Средняя по объему тела интенсивность тепловыделения

$$q_{\text{Э}}^{-j} = \frac{1}{V} \int t \cdot q_{\text{Э}} d \cdot V + \frac{1}{K_A S} \int q_l^i \approx \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t \cdot q_{\text{Э}i}^{j*} + \frac{1}{K_A} \sum_{i=1}^S q_l^i, \quad (10)$$

где - V- объем изделия, приходящейся на 1 м² обогреваемой поверхности.

Количество теплоты, выделяющейся в объеме изделия за время $\Delta \tau$

$$Q_{\text{Э}}^i = m_v \cdot \Delta \tau \int_v q_{\text{Э}}^i \cdot dV + \frac{1}{K_A} \int Q_l^i \approx m_v \cdot \Delta \tau \cdot \Delta x \sum_{j=1}^k Q_{\text{Э}i}^j + \frac{1}{K_A} \sum_{i=1}^S Q_l^i. \quad (11)$$

Общее количество теплоты, выделившейся за промежуток времени τ

$$Q_{\text{Э}} = \int_0^{\tau} Q_{\text{Э}} \cdot d\tau \approx \sum_{j=1}^k Q_i^j + \sum_{i=1}^S Q_l^i. \quad (12)$$

Для расчета теплового потока, поддерживающего заданный температурный режим, решалась псевдообратная задача теплопроводности [7], в которой по значению температур на обогреваемой поверхности с учетом солнечной радиации и в прилегающем слое рассчитывалась плотность теплового потока q_F , генерируемая в гелиоустановке [8], из выражения $q_{\text{Э}} = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x}$

с учётом условия (4.6), т.е.

$$q_F = -\lambda t'(0, \tau) - 0,5 \cdot \Delta x \cdot \frac{\partial^2 t(0, \tau)}{\partial x^2} + 0(\Delta x^2), \quad (13)$$

или

$$q_F = -\lambda \left[\frac{t'(0, \tau) - 0,5 \cdot \Delta x}{c \cdot \rho \frac{\partial^2 t(0, \tau)}{\partial x^2} - m_v q_{\text{э}}} \right]. \quad (14)$$

Выражение (4.14) можно переписать в более удобном для расчёта на ЭВМ виде

$$q_F = -\frac{\lambda}{\Delta x} (t_r^j - t_1^{j-1}) + \Delta x \cdot \lambda \cdot c \cdot \rho \cdot (t_1^j - t^{j-1}) \cdot 0,5 - \lambda \cdot m_v \cdot \Delta x \cdot q_{\text{э}} \cdot 0,5 + E_K \cdot C_0 \cdot (t_1^4 - t_0^4) \cdot q_l^i \cdot \Delta x \cdot K_i \quad (15)$$

Количество теплоты, необходимое для обогрева изделия за время гелиотепловой обработки

$$Q_F^j = q_{\text{э}}^j \cdot \Delta \tau + q_l^i \cdot \Delta r, \quad (16)$$

а за промежуток τ

$$Q_r = \int_0^{\tau} Q_F \cdot d\tau \approx \sum_{j=1}^k Q_F^j + \sum_{i=1}^K Q_l^i. \quad (17)$$

Коэффициент эффективности

$$K_{\text{э}} = \frac{Q_{\text{э}}}{Q_r} \cdot 100\%. \quad (18)$$

Однако полученные величины носят идеализированный характер, как и величины, получаемые при решении оптимизационных задач, так как практически не могут учесть все потери теплоты в реальных условиях. [1. стр. 11.]

Результаты решения поставленной задачи для $l_1 < l_2 < l_3$. Послойное тепловыделение и соответствующий подъем температуры анализировались в трех сечениях, которые соответствовали точкам N_2, N_3 и N_4 (точка N_3 – середина изделия; N_2, N_4 – крайние поверхности, в то же время эти точки не подвергаются деформирующему влиянию температур на границах).

Таблица 1

Граничные показатели гелиотеплохимически обработанного изделия из многокомпонентных цементных материалов на прослойках

Граничные точки	Толщина изделия, м								
	$l = 0,1 \pm 0,001$			$l = 0,2 \pm 0,001$			$l = 0,4 \pm 0,001$		
	$\Delta t^1, \text{ } ^\circ\text{C}$	$t^1, \text{ } ^\circ\text{C}$	$Q^1_{\text{э}}, \text{ МДж}$	$\Delta t^{11}, \text{ } ^\circ\text{C}$	$t^{11}, \text{ } ^\circ\text{C}$	$Q^{11}_{\text{э}}, \text{ МДж}$	$\Delta t^{111}, \text{ } ^\circ\text{C}$	$t^{111}, \text{ } ^\circ\text{C}$	$Q^{111}_{\text{э}}, \text{ МДж}$
N ₂	16,2	79,10	1,44	18,9	77,91	3,32	18,97	71,32	4,92
N ₃	14,6	80,45	1,31	18,1	76,21	3,11	14,17	60,62	3,41
N ₄	13,9	80,67	1,31	17,2	73,20	2,93	9,07	51,07	2,32

Проанализируем результаты математического моделирования процесса гелиотепловой обработки изделия.

а) $l = 0,1$ м. Кривые, характеризующие расчетные послойные интенсивности тепловыделения, имеют максимумы, близко расположенные друг к другу. Это можно объяснить быстрым прогревом изделия на всю толщину, обусловленное её малой величиной. В точках N₂ и N₃ пики более высокие и острые, чем в точке N₄, хотя этот слой прогревается значительно быстрее. Из-за немонотонности изотермических кривых величина q_0 определяется не только температурой, но и временем достижения данной температуры. В то же время действие экзотермии в точке 1 дало самое большое тепловыделение, соответственно прирост температуры, что объясняется влиянием радиации солнечного излучения (табл. 1). Через 5 ч. температура в изделии под действием экзотермии превысила температуру греющей стенки, а тепловыделение было практически одинаковое по всей толщине изделия, поскольку температура в различных точках почти одинакова.

б) $l_2 = 0,2$ м. При данной толщине изделия температура в исследуемых слоях не выравнивается до конца обогрева. Поэтому пики интенсивностей тепловыделения плавно следуют друг за другом, постепенно уменьшаясь по величине. Такая динамика хорошо согласуется с ходом изотермических кривых для соответствующих температур.

Временные показатели гелиотеплохимически обработанного золоцементного мелкозернистого композиционного изделия на прослойках представлены в табл. 2.

Таблица 2

Временные показатели тепловыделения многокомпонентных цементных материалов при гелиотеплохимической обработке

Сроки определения тепловыделения, ч.	Превышение температуры, (°C), при содержании золы, мас. %				
	0	20	40	60	80
5	18	9	7	5	4
10	38	28	21	12	8
15	29	25	23	29	16
20	17	18	16	19	16
25	13	12	10	9	8
30	8	7	6	6	6
35	6	5	5	4	4

Полученные данные хорошо коррелируют с кинетикой тепловыделения золоцементных систем. Наполнение золой на 20, 40, 60 и 80% снижает тепловыделение, соответственно, на 17, 40, 50, и 57%. Введение модифицированных добавок ПАВ снижает тепловыделение на 5; 6,4; 8% в следующем порядке МПД-1 > МПД-3 > МПД-2, что объясняется избирательной адсорбцией модифицированных пластифицирующих добавок на активных центрах поверхности частиц золы и цемента.

в) При $l_3 = 0,3$ прогрев внутренних слоев изделия значительно отстаёт от прогрева внешних, поэтому величины максимумов и время их появления в исследуемых точках изделия значительно отличаются между собой. Это объясняется тем, что при переходе от одной изотермической зависимости q_0 к другой в процессе прогрева соответствующие значения тепловыделений попадают с нисходящей ветви q_0 на восходящую. Интегральные показатели гелиотеплохимически обработанного изделия из многокомпонентных цементных материалов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Интегральные показатели гелиотеплохимически обработанного изделия из многокомпонентных цементных материалов

$l, м$	$q_0, кВт/м^3$	$t_{max}, ч$	$Q_0, МДж/м^3$	$Q^*_0, МДж/м^3$
$0,1 \pm 0,001м$	4,86	5	4,31	42,10
$0,2 \pm 0,001м$	4,11	6	8,20	39,81
$0,3 \pm 0,001м$	2,07	8	15,31	38,21

$l, м$	$t, °C$	$\Delta t, °C$	$Q_f^*, МДж/м^3$	$t, ч$	$Q^*_0 / Q_f^*, \%$	$Q^*_0 / Q_{треб.}^*, \%$
$0,1 \pm 0,001м$	80,45	14,42	13,21	5	31,87	16,84

$0,2 \pm 0,001\text{м}$	77,92	16,94	11,84	11	38,39	15,92
$0,3 \pm 0,001\text{м}$	60,14	13,63	10,37	13	36,85	15,28

Анализируя результаты расчётов для мелкозернистых изделий различной толщины, можно отметить следующее. Толщина изделия влияет не только на количественные характеристики тепловыделения, но изменяет и качественную картину их кинетики. [8. стр. 369.]

При этом чем толще изделие, тем больше выделяется теплоты в абсолютных единицах и тем большую долю она составляет в общих затратах тепла на прогрев, так как при увеличении толщины композиционного изделия в расчёте на 1 м^2 обогреваемой поверхности увеличивается объем изделия, и, соответственно, количество цемента. В расчёте на 1 м^3 изделия такой прямой зависимости уже не наблюдается. Таким образом, толщина изделия определяет глубину прогрева. При малой толщине (порядка $0,1-0,15 \text{ м}$, например, мелкозернистые золоцементные изделия, кирпич и др.), изделие прогревается быстро и уже к 4-му часу экзотермии дает резкий всплеск $q_{\text{в}}$ (кВт/м^3), а затем быстро убывает по всему объёму. При средней толщине $l = 0,2 \text{ м}$ создаётся наиболее благоприятный режим для тепловыделения по всей толщине, т.е. достигается достаточно большой экстремум (max) $q_{\text{в}}$ (МДж/м^3), и тепловыделение действует продолжительное время (до 18 часов). При больших толщинах золоцементных мелкозернистых изделий с модифицированными пластифицирующими добавками ($l \approx 0,3$ или $0,4 \text{ м}$), температура удалённых слоёв не поднимается соответственно выше $t'_{\text{ср}} \approx 40-45$ и $t''_{\text{ср}} \approx 38-41^{\circ}\text{C}$, а поэтому тепловыделение в этих слоях значительно отстаёт от более прогретых. Этим и объясняется небольшие относительные величины тепловыделения.

Таким образом, зная основные закономерности действия экзотермии в твердеющем (сруктурообразующем) золоцементном изделии полиструктурного строения и долю, которую она может составлять в общих затратах, можно оценивать эффективность того или иного режима гелиотеплохимической обработки данного класса многокомпонентных цементных материалов и изделий мелкозернистого строения.

Список использованной литературы.

1. Алиназаров А. Х., Мамаджонов М., Хайдаров Ш. Э. Влияние солнечной радиации при интенсификации твердение золоцементных строительных материалов //Международный научный журнал научное периодическое издание «Cognitio Rerum» Россия. – 2017. – С. 10-12.
2. А.Х.Алиназаров. «Энергоэффективная теплотехнология получения золоцементных композиционных материалов» Монография, Москва: Русайнс, 2019.-166 стр.

3. Алиназаров А. Х. Энерго-и ресурсосберегающая технология получения строительных материалов и изделий методом гелиотеплохимической обработки //Монография, Москва: Русайнс. – 2017. – С. 118.
4. Alinazarov A. K., Mukhiddinov D. N. Solar thermochemical treatment of ash-cement compositions //Applied solar energy. – 1999. – Т. 35. – №. 4. – С. 13-19.
5. Alinazarov A. K., Mazhidov N. N. Mathematical modeling of thermal processes in the heliothermochemical treatment of fine-grained polystructural composite products //Applied solar energy. – 2001. – Т. 37. – №. 2. – С. 18-20.
6. Алиназаров А. Х., Мамаджонов М. М., Хайдаров Ш. Э. МЕТОДИКА РАСЧЁТА НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПОЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ С УЧЁТОМ ЛУЧЕПОГЛАЩЕНИЯ В ИЗДЕЛИЯХ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ //Science Time. – 2017. – №. 6 (42). – С. 75-82.
7. Алиназаров А., Атамов А., Хайдаров Ш. Гелиотеплохимическое воздействие с учётом экзотермии в многокомпонентных цементных материалах //Annali d'Italia. – 2021. – №. 17-1. – С. 55-59.
8. Алиназаров А. Х., Хайдаров Ш. Э., Хатамова Д. М. Технологические особенности использования угольной золы как эффективное решение экологической проблемы //Молодой ученый. – 2014. – №. 8. – С. 366-369.
9. Алиназаров А. Х., Атамов А. А., Хайдаров Ш. Э. Методика решения изменения мощности внутреннего источника тепла с учетом солнечной радиации в многокомпонентных цементных материалах //The scientific heritage. – 2021. – №. 62-1. – С. 49-52.
10. Алиназаров А. Х., Атамов А. А., Хайдаров Ш. Э. РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ //НАУЧНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ «АКАДЕМИЧЕСКАЯ ПУБЛИЦИСТИКА. – 2020. – С. 84.
11. Алиназаров А. Х., Хайдаров Ш. Э. Энергоэффективная теплотехнология получения золоцементных композиционных материалов //Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science. – 2022. – Т. 3. – №. 12. – С. 229-234.
12. Kh A. A. Atamov AA Khaidarov Sh. E., Mathematical modeling of heliothermal processes in physico-chemical interaction with liquid media //EPRA International Journal of Multidisciplinary Research. – 2021. – №. 7-5. – С. 200-208.
13. Алиназаров А. Х. и др. Методика Решения Изменения Экзотермии С Учетом Солнечной Радиации В Многокомпонентных Цементных Материалах //Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science. – 2022. – Т. 3. – №. 10. – С. 1-9.
14. Alinazarov A. K., Khaydarov S. E., Axatov D. N. Utilization of Coal Ash for the Production of Building Materials as an Effective Solution to the Environmental Problem //Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science. – 2022. – Т. 3. – №. 12. – С. 178-187.
15. Алиназаров А. Х., Атамов А. А., Хайдаров Ш. Э. МОЩНОСТЬ ВНУТРЕННЕГО ИСТОЧНИКА ТЕПЛА С УЧЕТОМ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЦЕМЕНТНЫХ

МАТЕРИАЛАХ НА БАЗЕ ОТХОДОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ.
– 2021.

16. Alinazarov A. K., Atamov A. A., Mukhiddinov D. N. Hydrophysical properties of ash-cement compositions and their effect on solar thermal chemical treatment //Applied solar energy. – 2001. – Т. 37. – №. 1. – С. 44-48.
17. Алиназаров А. Х., Каюмов Д. А., Жалолдинов А. А. Исследование эксплуатационных свойств золоцементных материалов с модифицированно-пластифицирующими добавками полифункционального действия //Экономика и социум. – 2020. – №. 3 (70). – С. 183-187.
18. Alinazarov A. K., Mazhidov N. N. Solar Plants and Their Application-Mathematical Modeling of Thermal Processes in the Heliothermochemical Treatment of Fine-Grained Polystructural Composite Products //Applied Solar Energy. – 2001. – Т. 37. – №. 2. – С. 18-20.
19. Алиназаров А. Х., Мажидов Н. Н., Жураев Х. А. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ ГЕЛИОТЕПЛОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ЗОЛОЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ //Академическая публицистика. – 2017. – №. 5. – С. 8-15.
20. Алиназаров А. Х., Гулямов А. Г. Принципы управления параметрами теплоносителя и оптимизация режимов тепловой обработки в гелиотехнологических установках //Альтернативная энергетика и экология. – 2005. – №. 8. – С. 40-42.
21. Alinazarov A. K., Alinazarova M. A., Gulyamov A. G. Control over the thermal properties of fine composite materials in solar thermochemical treatment //Applied solar energy. – 2002. – Т. 38. – №. 3. – С. 75-77.
22. Алиназаров А. Х., Гулямов А. Г. Формирование свойств золоцементных композиций полиструктурного строения //Гелиотехника. – 2003. – №. 1. – С. 86.
23. Алиназаров А. Х., Гулямов А. Г. Свойства золоцементных композиций при механохимической активации //Проблемы механики. – 2002. – №. 5. – С. 48.
24. Alinazarov A. K., Mazhidov N. N. Mathematical modeling of thermal processes in the heliothermochemical treatment of fine-grained polystructural composite products //Applied solar energy. – 2001. – Т. 37. – №. 2. – С. 18-20.
25. Alinazarov A. K., Mukhiddinov D. N. Solar thermochemical treatment of ash-cement compositions //Applied solar energy. – 1999. – Т. 35. – №. 4. – С. 13-19.
26. Алиназаров А. Х. Математическое моделирование тепловых процессов в композициях, твердеющих при физико-химическом взаимодействии с жидкими средами //Межвуз. сб. науч. тр. ТашГТУ. – 1997. – №. 4. – С. 3-8.

ФОРМА ЗАЯВКИ ДЛЯ УЧАСТИЯ В ЖУРНАЛЕ

Ф.И.О.: Алиазаров Алишер Хайдаралиевич

Тема: Гелиотеплохимическое воздействие с учётом экзотермии в многокомпонентных цементных материалах.

Секция: Технические науки

Место работы: Наманганский инженерно-строительный институт, кафедра «Строительство и монтаж инженерных коммуникаций»

Должность: профессор кафедрой «Строительство и монтаж инженерных коммуникаций»

Ученая степень: кандидат технических наук профессор

Ученое звание: профессор

почтовый адрес: 700016 Республика Узбекистан, город Наманган проспект И.Каримов-12.

Контактный телефон: +998934975050

E-mail: alisheralinazarov@mail.ru

01.03.2021 г.

Ф.И.О.: Атамов Абдуллажон Абдухамидович

Тема: Гелиотеплохимическое воздействие с учётом экзотермии в многокомпонентных цементных материалах.

Секция: Технические науки

Место работы: Наманганский инженерно-строительный институт, кафедра «Строительство и монтаж инженерных коммуникаций»

Должность: доцент кафедры «Строительство и монтаж инженерных коммуникаций»

Ученая степень: кандидат технических наук

Ученое звание: -

почтовый адрес: 700016 Республика Узбекистан, город Наманган проспект Дуслик-12.

Контактный телефон: +998913605911

E-mail: inventor_uz@mail.ru.

01.03.2021 г.

Ф.И.О.: Хайдаров Шерзод Эргашалиевич

Тема: Гелиотеплохимическое воздействие с учётом экзотермии в многокомпонентных цементных материалах.

Секция: Технические науки

Место работы: Наманганский инженерно-строительный институт, кафедра «Строительство и монтаж инженерных коммуникаций»

Должность: ассистент кафедры «Строительство и монтаж инженерных коммуникаций»

Ученая степень: -

Ученое звание: -

почтовый адрес: 700016 Республика Узбекистан, город Наманган проспект Дуслик-12.

Контактный телефон: +998936711117

E-mail: inventor_uz@mail.ru.

01.03.2021 г.