

Особенности Конструкции Котельного Оборудования И Повышения Эффективности Сгорания Топлива

Алиазаров А. Х

Профессор, Наманганский инженерно-строительный институт Узбекистан, Наманган

Агамов А. А

Доцент, Наманганский инженерно-строительный институт Узбекистан, Наманган

Агамова Д. А

Магистр, Наманганский инженерно-строительный институт Узбекистан, Наманган

Received 10th Aug 2022, Accepted 9th Sep 2022, Online 15th Oct 2022

Аннотация: Представлены топочные устройства малых котлов и эффективность использования топлива. На основе анализа технологической схемы устройства котла рассмотрены вопросы повышения эффективности использования энергии и даны рекомендации.

Ключевые слова: Котельное устройство, топливо, энергетическая эффективность, полнота сгорания, топочная камера, горелка, ядерное пламя.

Актуальность темы: Энергосбережение и производство энергосберегающих технологий считаются одним из приоритетных направлений в мировой экономике. В связи с этим важными являются исследования по теплоэнергетическим системам и технологиям. Сегодня 80% энергии, потребляемой человечеством, поступает из природного органического топлива. 90% энергетического баланса Узбекистана составляет газ и только 4% - уголь, а 6% - гидроэлектростанции и другие виды альтернативных источников энергии.

Основными объективными причинами низкого использования угля в нашей республике являются:

- Высокая зольность ангреноского угля, т.е. большое количество золы, выделяющейся при сгорании.
- Практическое отсутствие современных технологий использования высокзолыного бурого угля.
- Высокое воздействие сжигания угля на экологическую среду.

Сегодня создание благоприятных условий микроклимата для населения считается актуальной задачей.

Принято решение президента Республики Узбекистан «О программе развития системы теплоснабжения на 2018-2022 годы» направленное на повышение качества и бесперебойности

снабжения потребителей тепловой энергией, модернизацию системы теплоснабжения с целью обновления и модернизации на основе внедрения эффективных и малоэнергетических технологий последовательно реализовывать мероприятия по эффективному и рациональному использованию топливно-энергетических ресурсов [1].

Отрасль годами сталкивалась с серьезными проблемами и в настоящее время ждет своего решения.

Среди них кардинальное изменение теплоснабжения, использование альтернативных источников топлива и энергии, в частности, солнечной энергии, постепенный переход на местные системы теплоснабжения и горячего водоснабжения, устаревшие, топливные вопросы, такие как замена энергоемких котлов на природный газ- Особое значение с точки зрения современного энергоэффективного оборудования, регулировочного оборудования и перехода на новые технологии имеют энергосберегающее оборудование, системы отопления, вентиляции и кондиционирования зданий и сооружений [2].

Конструктивное решение обогревателей котельной. Горелки на стенке камеры сгорания размещены таким образом, чтобы обеспечить максимально полное сгорание топлива в ядерном факеле, создать благоприятные условия для удаления твердого или жидкого шлака из камеры сгорания, а также предотвратить образование шлака на стенках камеры сгорания. При выборе типов горелок и их оптимального расположения учитывают одну и ту же рабочую характеристику [3].

Таким образом, при сравнении прямоточных горелок с многоярусными горелками видно, что многоярусные горелки дают меньшую длину пламени и более широкий угол раскрытия. За счет накопленной кинетической энергии образуется бурное смешение первичного и вторичного воздушных потоков, обеспечивающее полное сгорание топлива в ядре пламени (до 90-95 %). В этом смысле многоярусные горелки относятся к «индивидуальным» горелкам, каждая из которых обеспечивает сжигание своего топлива. На рис. 1 показана схема расположения штабелированных угольных горелок.

На чертеже горелки могут быть фронтальными и двухфронтальными (а, б на рис. 1) с одним или двумя ярусами по высоте. При расположении по одному фронту задняя стенка экрана получает сильное теплопоглощение (на 10-20% выше среднего), а глубина топки должна быть $B = (6 \div 7) \cdot D_a$ для ликвидации шлака на стенке .

где: D_a - диаметр амбразуры горелки.

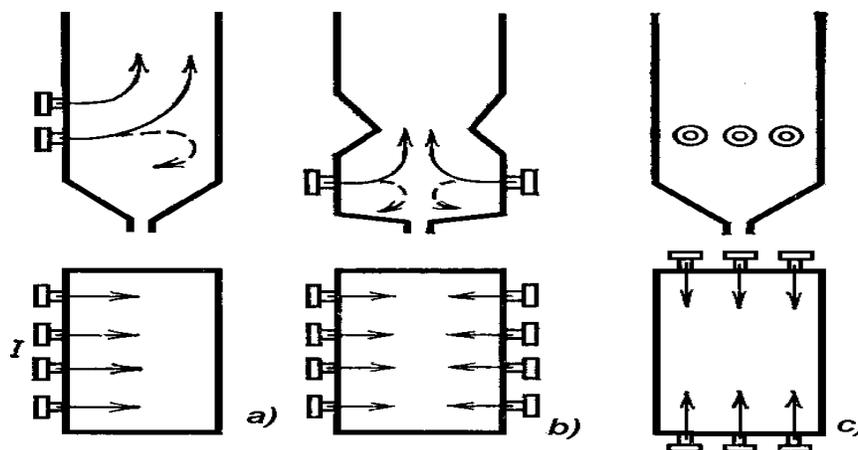


Рисунок-1. Размещение штабелированных порохово-угольных горелок на стенах топки:

а - лицевой двухъярусный; б - лобовой двусторонний одноярусный; с – одноэтажный с одной стороны.

В паровых котлах большой мощности при невозможности разместить необходимые горелки на одной лобовой стенке важно размещать горелки на противоположных сторонах двумя фронтами [4].

Теоретическая часть: Взаимное равенство количества теплоты, выделяющейся от топлива, и теплоты, затрачиваемой на рабочее тело и потери, называется тепловым балансом котла.

Тепловой баланс на 1 кг твердого и жидкого топлива или 1 м³ газа, сжигаемого в котле, можно выразить следующим образом:

$$Q_T^u = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6, (1)$$

где: Q_T^u - количество тепла, выделяемое 1 кг (или 1 м³) топлива в топке, МДж (кг) или МДж (м³);

Q_1 - количество теплоты, полезно используемой в котле; Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6 - количество теплоты, теряемой с дымом, за счет химического и механического неполного сгорания топлива, охлаждения поверхности котла и выбрасываемого шлака.

Полную теплоемкость рабочего топлива можно определить из следующего выражения:

$$Q_K^u = Q_{T..Q} + Q_{yo} + Q_b, (2)$$

Здесь: Q_K^u -- теплота нижнего сгорания топлива; $Q_{T..Q}$ - тепло, поступающее в топку с воздухом извне (если воздух нагревается снаружи котла); Q_{yo} - физическая теплота топлива; Q_b - погонная теплота с паром (при использовании мазута) [5].

Эффективно используемое тепло в паровом котле определяется по следующей формуле:

$$Q_1 = \frac{D_{к.б}}{B} (h_{к.б} - h_{т.с}) + \frac{D_{и}}{B} \left(h_{и}'' - h_{и}' + \frac{D_x}{B} \right) h_{к} - h_{т.с}, (3)$$

где: $D_{к.б}, D_i$ - расход первичного и вторичного перегретого пара, кг/с; D_x - расход воды, выгоняемой из барабана, кг/с; $h_{к.б}, h_{т.с}, h_{к}$ - энтальпии перегретого пара, питательной воды и воды на линии насыщения, кДж/кг;

$h_{и}'', h_{и}'$ - энтальпия вторичного перегретого пара на выходе и на входе в промежуточный пароперегреватель, кДж/кг; V - расход сжигаемого топлива, кг/с или м³/с.

Количество теплоты, эффективно используемой в котле, можно определить по следующей формуле:

$$Q_1 = Q_o + Q_q + Q_i + Q_{ек} (4)$$

где: Q_o - количество теплоты, полученное поверхностями печи, кДж/кг; $Q_q, Q_i, Q_{ек}$ - количество теплоты, полученное основным, промежуточным пароперегревателями и экономайзером, кДж/кг.

Приведенная выше формула теплового баланса может быть выражена в относительном выражении:

$$100 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6. (5)$$

Этот тепловой баланс показывает процентное распределение тепла 1 кг или 1 м³ топлива [6].

Потери тепла с дымом, выходящим из парового котла, определяют по следующей формуле:

$$Q_2 = H_T^0 + (\alpha_{ch} - 1) H_x^0 - H_x \quad (6)$$

В этой формуле $H_T^0 = \vartheta_T^0 \cdot S_T \cdot Q_{ch}$ – энтальпия уходящих дымов (при коэффициенте избытка воздуха $\alpha=1$); $(\alpha_{ch}-1)H_x^0 - \vartheta_{ch}$ – энтальпия повышенного воздуха при температуре N_x – энтальпия атмосферного воздуха.

Количество тепла, теряемого в результате химических пропусков зажигания, определяется по следующей формуле:

$$Q_3 = V_{CO} \cdot Q_{CO} + V_{H_2} \cdot Q_{H_2} + V_{CH_4} \cdot Q_{CH_4}, \quad (7)$$

Здесь: V_{CO} , V_{H_2} , V_{CH_4} – объем горючих газов в продуктах сгорания, м³/кг топлива, Q_{CO} , Q_{H_2} , Q_{CH_4} – объемная теплота сгорания горючих газов, МДж/м³.

С учетом вышеприведенной формулы относительную величину потерь тепла (Q_T^u в процентах) можно определить по следующей формуле:

$$q_3 = 126,4V_{CO} + 108V_{H_2} + 358,2V_{CH_4}. \quad (8)$$

Цифры перед объемами газа V_{CO} , V_{H_2} , V_{CH_4} , представляют собой уменьшенную в 100 раз теплоту сгорания газов, соответствующую 1 м³.

Потери тепла в результате механического сгорания зависят от типа топки котла и вида используемого топлива. Этот показатель определяется с помощью «Расчета теплоты котельных аппаратов (нормативный метод)».

Количество теплоты, теряемое с поверхности котла в окружающую среду, определяется по следующей формуле:

$$Q_5 = q_{T.C} \frac{F_c}{B}, \quad (9)$$

где: B – расход топлива в котле, кг/с; F_c – наружная поверхность стен котла, м²; $q_{T.C}$ 0,2 – 0,3 кВт/м² – тепловой поток с наружных поверхностей.

Потери тепла с выбрасываемыми отходами (шлаком) можно определить по следующей формуле:

$$q_6 = \frac{\alpha_{шл}(ct)_{шл} \cdot A^ш}{Q_T^ш}, \quad (10)$$

здесь: $\alpha_{шл}q_1 - \alpha_U$ – часть шлака, удаленного из топочной камеры; $s_{шл} t_{шл}$ – теплоемкость и температура выделяющегося шлака.

Полезный коэффициент полезного действия (КПД) показывает, Q_T^u какая часть всей тепловой энергии эффективно используется (Q_1) в котле:

$$\eta_k = \frac{Q_1}{Q_T^u} 100 \quad (11)$$

Этот метод определения КПД называется методом правильного баланса.

Зная сумму потерь тепла парового котла, определяют валовой КПД методом обратного баланса: [7].

$$\eta_k = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6) \quad (12)$$

Путем определения КПД озона можно определить эффективно используемое тепло по следующей формуле:

$$Q_1 = Q_T^u \cdot \eta_k \quad (13)$$

В результате расход топлива, используемого в котле, можно определить по следующей формуле, кг/с:

$$B = \frac{D_{к.б} (h_{к.б}'' - h_{Т.С}') + D_u (h_u'' - h_u') + D_x (h_x - h_{Т.С}')}{Q_T^u \cdot \eta_k} \quad (14)$$

Общий КПД показывает КПД котла. Но его нормальную работу обеспечивают различные вспомогательные механизмы и приспособления. Энергия, затрачиваемая на них, называется потреблением, необходимым для работы котельной.

Расход энергии на нужды котла определяется по следующей формуле, кВтч:

$$E_{o'.e} = E_V + E_{T.S} + E_{CH} + E_{T.EN} + E_{M.B} \quad (15)$$

где E_V , $E_{T.S}$, E_{CH} , $E_{T.EN}$, $E_{M.B}$, - соответственно энергия, потребляемая вентилятором перекачки сжатого воздуха, дымососом, пылеподготовительными механизмами, питающими электронасосами и электромашинными дистанционным управлением.

Доля энергии, затрачиваемая на собственные нужды, определяется по следующей формуле, %:

$$\Delta \eta_{y.э} = \frac{\mathcal{E}_{y.э}}{B Q_T^u \cdot \eta_{э.с} \cdot \tau_u} 10^4, \quad (16)$$

Здесь: V - расход топлива в котле, кг/с;

$\eta_{э.с}$ - КПД i , % от выработки электроэнергии на ЦЭС;

τ_i - время работы котла, час.

Если η_k , если вычесть часть энергии, затрачиваемой на себя, то определяется чистый КПД котла:

$$\eta_k^{HT} = \eta_k - \Delta \eta_{y.э}. \quad (17)$$

Заклучение и рекомендации:

1. В прямоточных горелках для сжигания в основном используются высокорективные топлива: бурый уголь, торф, сланцы и каменный уголь с высоким (реактивным) летучим веществом. Скорость пылевоздушной смеси на выходе из горелки составляет: $\omega_1=20\div 28$ м/с, оптимальная скорость вторичного воздуха определена как $\omega_2=(1.5\div 1.7)\omega_1$.
2. Таким образом, сравнивая прямоточные горелки с многоярусными горелками, можно увидеть, что многоярусные горелки дают меньшую длину пламени и более широкий угол раскрытия. За счет накопленной кинетической энергии образуется бурное смешение первичного и вторичного воздушных потоков, что обеспечивает полное сгорание топлива в ядре пламени.

Список литературы:

1. “2018-2022 йилларда иссиқлик таъминоти тизимини ривожлантириш дастури тўғрисида” Ўзбекистон Республикаси Президентининг қарори № ПК-2912 қабул қилинган санаси 20.04.2017 кучга кирган санаси 25.04.2017
2. Ш.М.Мирзиёев Янги Ўзбекистон стратегияси.- Тошкент. “Ўзбекистон” нашриёти, 2021. 464 б.
3. Алиазаров А.Х., Отакулов Б.А., Отажонов О.А. Биноларнинг энергия самарадорлигини ошириш. Монография-Т.:“Наврўз нашриёти”, 2020.-120б.
4. Алиазаров А.Х., Отакулов Б.А., Салимжонов Ж.Х. Кичик қозонхоналарнинг энергия самарадорлигини ошириш. Дарслик /Муаллифлар жамоаси.“Lesson press” нашриёти” , 2022.-132б.
5. Щеголев М. М. Топливо, топки и котельные установки – Издание четвертое переработанное. – Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, Москва 1953. - 54бс.урсов И.Д. Конструирование и тепловой расчет паровых котлов: Учеб. пособие для студентов вузов. / Фурсов И.Д., Коновалов В.В. - Издание второе, переработанное и дополненное. - Барнаул: Издательство АлтГТУ, 2001. – 266 с.
6. Пронь Г.П. Родочинский И.А. Расчет вредных выбросов из парового котла: Методические указания к расчетному заданию по дисциплине «Энергетические установки» для студентов специальности 140502 дневного отделения/ Алт. политехн. ин-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: 2009. – 23 с.
7. Родин Е.Э. Разработка раздела экономики и организации производства в дипломных проектах: Методические указания для студентов специальности «Котло-и реакторостроение» – Барнаул: Изд-во АлтГТ, 1997.– 40 с.
8. Атамов А. А. ПОДАЧА ЖИДКОГО ГАЗА И МЕРЫ БЫТОВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ //Экономика и социум. – 2021. – №. 2-1. – С. 499-501.
9. Автоматика систем водоснабжения и контрольно измерительные приборы М.К. Негматов, А.А. Атамов, Э.С. Буриев - ... : изд. “Тафаккур Бустони”, 2017.-368 с.(на ..., 2017)
10. Atamov A. A., Majidov N. N. The method of increasing efficiency with changing the cross section of pipes on the installation of a heat exchanger //Экономика и социум. – 2019. – №. 11. – С. 12-15.
11. Atamov A. A., Majidov N. N. INCREASE OF RELIABILITY OF GAS SUPPLY //Экономика и социум. – 2019. – №. 5. – С. 32-34.
12. 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.

13. Автоматика систем газо и водоснабжения и контрольно измерительные приборы М.К. Негматов, А.А. Атамов, Т.М. Мамажанов - ... : изд. "Тафаккур Бустони", 2017.-176 с.(на ..., 2017)
14. Мухитдинов М.М., Эргашев С.Ф., Солнечные параболоцилиндрические установки //Ташкент Издательство «Фан» Академии наук Республика Узбекистан. 1995. – С. 206
15. Alinazarov A., Mukhiddinov D. N. Solar Thermochemical Treatment of Ash-Cement Compositions. Applied Solar Energy. Vol. 35, No. 4. Allerton Press, Ins. – 1999.
16. Kh, Alinazarov A., and N. N. Majidov. "Mathematical Modeling of Thermal Processes in the Heliothermochemical Treatment of Fine-Grained Polirtructual composite Products. Applied Solar Energy. Vol. 37, No. 2." (2001): 18-20.
17. Nodirov S. M., Alinazarov A. K. The Effect of Calorific Power Control Accuracy on the Operation Modes of Solar Heat-generating Plants. Applied Solar Energy. Vol. 37, No. 3. Allerton Press, Ins. – 2001.
18. Алиназаров А.Х., Гулямов А.Г. Принципы управления параметрами теплоносителя и оптимизация режимов тепловой обработки в гелиотехнологических установках //Альтернативная энергетика и экология, АЭЭ, 2005. - № 8 (28). –С. 40-42.
19. Alinazarova, M., A. G. Gulyamov, and A. Kh Alinazarov. "Control Over the Thermal Propertis of Fine Composite Materials in Solar Thermochemical Treatment. Applied Solar Energy, vol. 38, No 3." (2002): 75-78.
20. Алиназаров, А. Х. "Гелиотеплохимическая обработка золоцементных материалов." *Альтернативная энергетика и экология, АЭЭ* 6 (2006): 38. С. 114-116.
21. Алиназаров А.Х., Мамажанов М.Н. Исследование золы тепловых электростанций как основного наполнителя композиционных строительных материалов полиструктурного строения // Научно-техн. ж. ФерПИ, 2005. - № 2. – С. 42-45.
22. Алиназаров А.Х., Икрамов Н.М. Комплексные многокомпонентные добавки и их влияние на структурообразование композиционного материала при гелиотеплохимической обработке // Научно-технический журнал ФерПИ, 2005. - № 3. - С. 4-6.
23. Алиназаров А. Х., Мамаджонов М., Хайдаров Ш. Э. Влияние солнечной радиации при интенсификации твердение золоцементных строительных материалов //Международный научный журнал научное периодическое издание «Cognitio Regum» Россия. – 2017. – С. 10-12.
24. 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.
25. Алиназаров А., Атамов А., Хайдаров Ш. ГЕЛИОТЕПЛОХИМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ С УЧЁТОМ ЭКЗОТЕРМИИ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЦЕМЕНТНЫХ МАТЕРИАЛАХ //Annali d'Italia. – 2021. – №. 17-1. – С. 55-59.
26. 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.
27. Алиназаров А. Х., Атамов А. А., Хайдаров Ш. Э. РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ //НАУЧНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ «АКАДЕМИЧЕСКАЯ ПУБЛИЦИСТИКА». – 2020. – С. 84.
28. Сафаров Н. М., Алиназаров А. Х. Исследование и разработка солнечно-сушильной установки для сушки высоких сортов хлопка-сырца. – 2019.
29. 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.
30. Алиназаров А. Х., Каюмов Д., Дадамйрзаев О. ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ ГЕЛИОТЕПЛОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗОЛОЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ //CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL & APPLIED SCIENCES. – 2021. – Т. 2. – №. 5. – С. 133-138.
31. Alinazarov A.Kh., Atamov A.A. 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.
32. Алиназаров А. Х., Каюмов Д., Дадамйрзаев О. ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ ГЕЛИОТЕПЛОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗОЛОЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ //CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL & APPLIED SCIENCES. – 2021. – Т. 2. – №. 5. – С. 133-138.
33. KHAIDARALIEVICH A. A., TUKHTAKHUZHAYEVICH U. I., QODIROVICH U. S. Investigation of Solar Thermal Chemical Processes of Structure Formation of Ash-cement Binders Using Solar Energy //International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology. – 2020. – Т. 7. – №. 12. – С. 117-121.
34. Мансурова Н. Ш., Алиназаров Х. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ ХЛОПКА-СЫРЦА //Экономика и социум. – 2019. – №. 5. – С. 910-913.
35. Алиназаров Х. А., Мансурова Н. Ш., Абелкасимова М. Х. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ ГЕЛИОТЕПЛОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫХ ЗОЛОЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ //Экономика и социум. – 2019. – №. 5. – С. 285-290.
36. 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. – С. 183-187.
37. Алиназаров А. Х. Энергоэффективная теплотехнология получения золоцементных композиционных материалов. – 2019.
38. Алиназаров А. Х. Энерго-и ресурсосберегающая технология получения строительных материалов и изделий методом гелиотеплохимической обработки //Монография, Москва: Русайнс. – 2017. – С. 118.
39. 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.

40. 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.
41. Алиназаров А. Х., Гулямов А. Г. Формирование свойств золоцементных композиций полиструктурного строения //Гелиотехника. – 2003. – №. 1. – С. 86.
42. Алиназаров А. Х., Гулямов А. Г. Свойства золоцементных композиций при механохимической активации //Проблемы механики. – 2002. – №. 5. – С. 48.
43. Алиназаров А. Х. и др. Кинетика твердения золоцементных композиций при механохимической активации //Проблемы механики. – 2001. – №. 3-4. – С. 41-43.
44. Рохлецов, Л. П., and А. Х. А. С. Алиназаров. "№ 1332121 МКИ F26 В 3/28. Солнечная сушильная установка." *Бюл 31* (1987): 24-06.
45. Алиназаров А. Х., Выровой В., Махмудов З. Особенности гетерогенности среды на распределение усадочных деформаций в золоцементных вяжущих материалах //Проблемы механики. – 2005. – №. 4. – С. 7.
46. Alinazarov A. K., Gulyamov A. G. Specific Features of the Structure Formation of Ash-Cement Compositions by Solar Thermal Chemical Action. *Applied Solar Energy*, vol. 38. No 1. – 2002.
47. Nodirov Z. M., Alinazarov A. K. The effect of calorific power control accuracy on the operation modes of solar heat-generating plants //Applied solar energy. – 2001. – Т. 37. – №. 3. – С. 86-87.
48. 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.
49. Alinazarov A. K., Mukhiddinov D. N. Solar thermochemical treatment of ash-cement compositions //Applied solar energy. – 1999. – Т. 35. – №. 4. – С. 13-19.
50. 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.
51. Артиков А. А., Алиназаров А.Х., Атаханов Ш.Н., Гелиотехнологическая линия по производству порошков-полуфабрикатов из вторичного сырья соковых производств //Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. – 2006. – №. 3. – С. 18-20.
52. Alinazarov A. K., Gulomov A. G. Specific features of the structure formation of ash-cement compositions by solar thermal chemical action //Applied solar energy. – 2002. – Т. 38. – №. 1. – С. 58-64.
53. Alinazarov A. K. Effect of solar thermal chemical treatment on deformable indices of ash-cement compositions //Applied solar energy. – 2000. – Т. 36. – №. 3. – С. 70-73.
54. Сафаров Н. М., Алиназаров А. Х. Использование альтернативных источников энергии //Ташкент изд. «Фан.
55. Алиназаров А. Х. Гелиотеплохимическая обработка золоцементных композиционных материалов //Альтернативная энергетика и экология. – 2006. – №. 6. – С. 76-78.

56. Kholmiraev, S. A., and A. Kh Alinazarov. "Solar Units and Their Application-Temperature-vs-Thickness Variation in Reinforced Beam Columns of Expanded-Clay Lightweight Concrete Exposed to Solar Radiation." *Applied Solar Energy* 41.2 (2005): 21-24.
57. Alinazarov A. K., Nodirov S. M., Gulyamov A. G. Formation of the properties of polystructural ash-cement compositions in solar thermochemical treatment //Applied solar energy. – 2003. – T. 39. – №. 1. – C. 77-79.
58. Alinazarov A. K., Gulomov A. G. Control diagrams for heat-transfer fluid parameters for solar heat-generating plants //Applied solar energy. – 2002. – T. 38. – №. 2. – C. 89-93.
59. Alinazarov, A. Kh, and A. G. Gulomov. "Direct Conversion of Solar Energy into Electric Energy-Specific Features of the Structure Formation of Ash-Cement Compositions by Solar Thermal Chemical Action." *Applied Solar Energy* 38.1 (2002): 58-64.
60. Alinazarov, A. Kh, and N. N. Mazhidov. "Solar Plants and Their Application-Mathematical Modeling of Thermal Processes in the Heliothermochemical Treatment of Fine-Grained Polystructural Composite Products." *Applied Solar Energy* 37.2 (2001): 18-20.
61. AKHMADALIEV A., ALINAZAROV A. Convective drying of ceramic materials //Applied solar energy. – 1991. – T. 27. – №. 5. – C. 66-67.