

Рис. 2. Сравнение степени карбонизации образца CaO в среде CO₂ при различных скоростях нагрева

Список использованных источников

1. Putting CO₂ to use. Paris: IEA, 2019. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.iea.org/reports/putting-co2-to-use> (дата обращения: 08.02.2021).
2. Reddy K. J., Johna S., Webera H., Argyleb M. D., Bhattacharyyaa P., Taylorc D. T., Christensenc M., Foulkec T., Fahlsing P. Simultaneous capture and mineralization of coal combustion flue gas carbon dioxide (CO₂) // Energy Procedia. 2011. 4. P. 1574-1583.
3. Sanna A., Uibu M., Caramanna G., Kuusik R. A review of mineral carbonation technologies to sequester CO₂ // Chemical Society Reviews. 2014. № 43. P. 8049-8080.
4. Revathy R., Dananjayan T., Kandasamy P., Andimuthu R. Direct mineral carbonation of coal fly ash for CO₂ sequestration // Journal of Cleaner Production. 2016. 112. P. 4173-4182. <http://www.elsevier.com/locate/jclepro>.

УДК 621.175.49

А. А. Зверев, А. Л. Демидов, А. Ю. Рябчиков, Н. В. Желонкин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРУБНОЙ СИСТЕМЫ ЭЖЕКТОРА ОТСОСА ИЗ УПЛОТНЕНИЙ ТИПА ХЭ-70-550 ТУРБОУСТАНОВКИ Т-100/110-130

Аннотация. Описана конструкция трубной системы серийного U-образного охладителя эжектора отсоса из уплотнений ХЭ-70-550, предназначенного для отсоса

паровоздушной смеси из концевых уплотнений турбины Т-100/110-130 и описаны конструкторские решения для внедрения новой трубной системы с профильными витыми трубками, выполненными из нержавеющей стали марки 08Х18Н10Т.

Ключевые слова: теплообменник, трубный пучок, профилированная трубка, охладитель эжектора, паровая турбина.

Abstract. The design of the pipe system of the serial U-shaped seal ejector cooler HE-70-550 for T-100/110-130 turbine is described and design solutions are introduced for the introduction of a new pipe system with profile twisted tubes made of stainless steel.

Keywords: heat exchanger, tube bundle, profiled tube, ejector cooler, steam turbine.

1. *Описание объекта.* Одним из элементов системы регенерации паротурбинной установки с турбиной Т-100/110-130 является охладитель эжектора отсоса из уплотнений ХЭ-70-550, представляющий собой теплообменный аппарат поверхностного типа с U-образными теплообменными трубками, который используется в качестве охладителя паровоздушной смеси, поступающей из уплотнений турбины и эжекторной группы. Цилиндрический корпус ХЭ-70-550 разделен вертикальной перегородкой на две части, паровоздушная смесь из уплотнений турбины поступает в одну часть, проходя в межтрубном пространстве пар конденсируется, остатки паровоздушной смеси поступают на всас одноступенчатого пароструйного эжектора, установленного на корпусе. Выхлоп эжектора заведен во вторую половину корпуса теплообменника. Паровоздушная смесь, к которой добавился рабочий пар эжектора, подается во вторую половину аппарата, где пар конденсируется и остатки смеси, через сепаратор удаляются в атмосферу.

В процессе эксплуатации происходит износ уплотнений турбины, и для обеспечения их надежного функционирования, требуется увеличение расхода и давления пара. Большой расход пара поступает в охладитель эжектора и приводит к ускоренному износу основного элемента теплообменника - трубного пучка. Серийный охладитель эжектора отсоса из уплотнений ХЭ-70-550 выполнен из латунных трубок (материал Л68), которые подвергаются эрозионному износу.

2. *Постановка проблемы.* Опыт эксплуатации показал, что из-за высоких скоростей пара в месте подвода его от уплотнений наблюдается эрозионный износ теплообменных трубок и нарушение их герметичности (рис. 1). Для повышения надежности трубной системы ХЭ-70-550 предлагается использовать теплообменные трубки из нержавеющей стали материала 08Х18Н10Т. Это приведет к понижению коэффициента теплопроводности трубок и необходимости разработки мероприятий для поддержания уровня теплопередачи [1].



Рис. 1. Эрозионный износ теплообменных трубок в серийном ХЭ-70-550

3. *Результаты.* В процессе работы был модернизирован трубный пучок охладителя эжектора отсоса из уплотнений ХЭ-70-550 (рис. 2).



Рис. 2. Модернизированный трубный пучок

- для повышения надежности, в модернизированный охладитель установлены трубки из нержавеющей стали 08Х18Н10Т диаметром 16/14 мм.

- для повышения тепловой эффективности теплообменника, уменьшения выпара в помещение цеха, в охладителе применены профильные витые трубки (рис. 3) [2].

- для повышения надежности подогревателя в узле крепления теплообменных трубок в трубных досках использован метод, основанный

на применении кольцевых уплотнительных элементов (кольцевых рельефов), сформированных из металла трубной доски (рис. 4) [3].

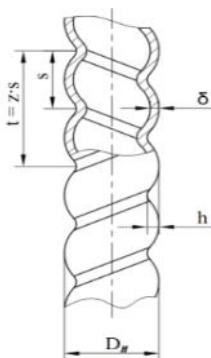
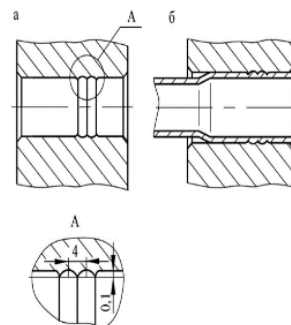


Рис. 3. Профильная витая трубка



а – подготовка отверстия; б – закрепление трубки
Рис. 4. Способ закрепления трубок

Список использованных источников

1. Аронсон К.Э., Блинков С.Н., Брезгин В.И. [и др.]. Теплообменники энергетических установок: учебник для вузов. – Екатеринбург: ООО «УИПЦ», 2014. – 830 с.
2. Современный уровень и тенденции проектирования и эксплуатации подогревателей системы регенерации паровых турбин ТЭС и АЭС (учебное пособие) / Ю.М. Бродов, К.Э. Аронсон, А.Ю. Рябчиков, М.А. Ниренштейн, И.Б. Мурманский, Н.В. Желонкин. – Екатеринбург, 2019. – 207 с.
3. Повышение эффективности и надежности теплообменных аппаратов паротурбинных установок / Под общ. ред. Ю.М. Бродова. – Екатеринбург, УрФУ, 2012. – 86 с.

УДК 683.945

Д. А. Иванова, Г. М. Дружинин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

ОБСЛЕДОВАНИЕ ПРОХОДНОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ОБЖИГА КИРПИЧА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ

Аннотация. Рассмотрена проходная печь №2 на кирпичном заводе «Стройпластполимер» для обжига кирпича. Проведено теплотехническое обследование печи №2 для обжига кирпича, которые выявили конструктивные недостатки печи. При проведении теплотехнических обследования проходной печи показания термопар фиксировались с помощью приборов Center309, анализ продуктов сгорания (концентрации CO и O₂) проводились прибором Testo – 330-2 через гляделки, расположенные непосредственно рядом с горелками в одной горизонтальной плоскости. Определен тепловой баланс печи №2. Разработаны рекомендации по усовершенствованию работы проходной печи для обжига кирпича. Разработаны рекомендации для усовершенствования конструкции печи №2 при ее реконструкции. Определены параметров работы печи (коэффициентов расхода воздуха α , состава продуктов горения) с целью улучшения работы печи и качество выпускаемой продукции.

Ключевые слова: проходная печь, обжиг, кирпич, тепловой баланс, туннель, туннельная печь, горение топлива

Abstract. A pass-through furnace No. 2 at the Stroyplastpolimer brick factory for brick firing is considered. A heat engineering survey of the brick kiln No. 2 was carried out, which revealed the structural shortcomings of the kiln. During the thermal inspection of the pass-through furnace, the thermocouple readings were recorded using the Center309 devices, the analysis of the combustion products (CO and O₂ concentrations) was carried out by the Testo – 330-2 device through the peepers located directly next to the burners in the same horizontal plane. The heat balance of furnace No. 2 is determined. Recommendations for improving the operation of a pass-through brick kiln have been developed. Recommendations for improving the design of furnace No. 2 during its reconstruction have been developed. The Gorenje operation parameters (air flow coefficients α , composition of