

ЭФФЕКТИВНЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК

Трофимов П. М., гл. механик ООО «НТЦ «Ахмадуллины», petrtrofimov@rambler.ru

Яицких Г. С., директор по развитию АО «ИПН», yaitskich@truboprovod.ru

Кулаков К. П., технический директор АО «ИПН», kulakov@truboprovod.ru

Теплообменное оборудование применяется практически в любой отрасли промышленности, сельском хозяйстве и сфере ЖКХ. В основном используются кожухотрубные и пластинчатые теплообменники. Сегодня все конструктивные возможности совершенствования этих типов аппаратов в части повышения эффективности их работы, снижения массогабаритных параметров и удешевления практически исчерпаны. Разработана принципиально новая конструкция теплообменного аппарата четвертого поколения типа «РИТА» (Разборный Интенсифицированный Теплообменный Аппарат).



Конструктивные решения, реализованные в теплообменнике «РИТА», защищены патентами России № 2543094 и Германии DE 202015009185. Они позволяют устранить такой характерный недостаток обычных кожухотрубных аппаратов, как застойные зоны у трубных решеток, а также обеспечить примерно равную высокую скорость течения среды по всему межтрубному проходному сечению. Кроме того, конструкция «РИТА» позволяет в процессе ремонта полностью разбирать аппарат на элементы и трубы с целью очистки как внутренних, так и наружных поверхностей. Это преимущество, по сравнению с традиционными кожухотрубными теплообменниками, обеспечивает альниковая конструкция трубной решетки с эффектом самогерметизации. Она позволяет собирать тонкостенные теплообменные трубы в плотный пучок, обеспечивая герметичное, прочное и надежное их крепление. Такая конструкция также позволяет реализовать чистый противоток теплообменивающихся сред и достичь высоких скоростей теплоносителей. Несмотря на отказ от поперечных и продольных перегородок, обеспечивается достаточная прочность конструкции, исключаются провис, вибрация и трение между теплообменными трубами.

Необходимо отметить, что в традиционных кожухотрубных теплообменниках проходное сечение межтрубного пространства в 2–3 раза больше проходного сечения внутри труб. В теплообменниках типа «РИТА» соотношение сечений может быть равным. Благодаря сравнительно малым размерам и весу для этих аппаратов не нужны большие фундаменты; в некоторых случаях они могут крепиться непосредственно к технологическим трубопроводам.

Теплообменники «РИТА» отличаются от известных теплообменников:

- пониженным гидравлическим сопротивлением, и, более того, они имеют уравниваемую высокую скорость по всему межтрубному проходному сечению (как в центре, так и в периферии); этот эффект достигается за счет расширений кожуха в местах ввода-вывода теплоносителя, позволяющих развести теплообменные трубы на большие расстояния и тем самым обеспечить беспрепятственный проход теплоносителя из периферии в центр трубного пучка;

- полным отсутствием застойных зон в межтрубном пространстве, так как теплообменные трубы в местах крепления к трубным решеткам наиболее разведены; таким образом, среда в межтрубье движется через эти разведенные места по пути наименьшего сопротивления, исключая осаждение гидровзвесей, что сохраняет чистоту теплообменной поверхности и обеспечивает интенсивный теплообмен на протяжении всего срока службы.

Конструкция кожухотрубного теплообменника «РИТА» представлена на рис. 1. Кожух 1 аппарата снабжен штуцерами 2, 3 для ввода и вывода теплоносителя; он выполнен с внутренними выемками 4 по торцам. Крышки 5 имеют штуцеры 6, 7 для входа и выхода теплообмениваемой среды. Пучок теплообменных труб 8 зафиксирован в отверстиях трубных решеток, состоящих из внутренней и последующих перфорированных пластин 9, 10 с уплотнительным материалом 11 между ними. Внутренняя и последующие пластины 9, 10 трубных решеток зажаты крышками 5 в выемках 4 кожуха 1. Бандажи 12 теплообменных труб 8 могут быть выполнены в виде проволочной спиральной навивки, позволяющей турбулизировать межтрубный поток и

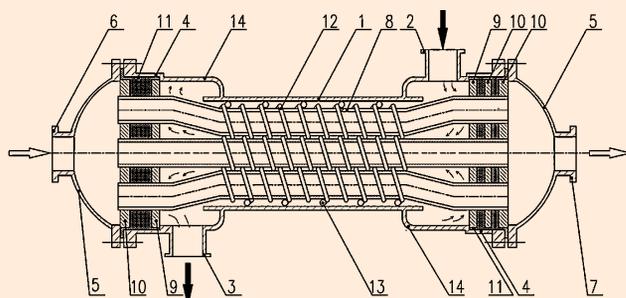


Рисунок 1 – Принципиальная схема теплообменника «РИТА»

установить фиксированный межтрубный зазор а также исключить трение теплообменных труб 8 между собой. Теплообменные трубы 8 стягиваются в пучок проволокой 13 или хомутами, которые прочно и надежно закрепляют их в плотном пучке, что исключает провис и вибрацию теплообменных труб 8. Такое конструктивное решение позволяет отказаться от опор и перегородок, что, в свою очередь, дает возможность снизить гидравлическое сопротивление и обеспечить чистый противоток теплообменивающихся сред при повышенных скоростях их движения. Для снижения местных гидравлических сопротивлений и исключения образования застойных зон кожух 1 расширен в местах присоединения штуцеров 2, 3 для ввода и вывода теплоносителя и выполнен в расширенной части 14 с выемками.

В целях повышения эффективности работы теплообменника «РИТА» возможно:

- использовать для изготовления теплообменных труб любые материалы – как металлические, так и неметаллические;
- применять теплообменные трубы любого диаметра и толщины; известно, что чем меньше диаметр труб и толщина стенки, тем выше коэффициент использования массы и объема теплообменника;
- применять как гладкие теплообменные трубы, так и гофрированные (сильфонные) и, более того, теплообменные трубы любого профиля, а также с накаткой кольцевых или спиральных канавок, турбулизирующих потоки на внутренней и внешней поверхности трубы для интенсификации теплообмена;
- снизить гидравлическое сопротивление, отказавшись от поперечных и продольных перегородок.

В таблицах 1 и 2 представлены сравнительные технико-экономические показатели различных типов теплообменников.

Таблица 1 – Сравнительные технико-экономические показатели теплообменников для горячего водоснабжения в ЖКХ

| | Стандартные кожухотрубные теплообменники типа U | Разборные пластинчатые теплообменники | Разборные кожухотрубные теплообменники типа «РИТА» |
|---|---|---------------------------------------|--|
| Теплопроизводительность, кВт | 348 | 349 | 348 |
| Коэффициент теплопередачи, Вт/(м ² × °С) | 2600 | 5100 | 8300 |
| Толщина теплопередающей стенки, мм | 2–4 | 0,4–0,5 | 0,3 |
| Потери давления (нагреваемая среда), м. вод. ст. | 1,5 | 1,6 | 0,06 |
| Потери давления (греющая среда), м. вод. ст. | 1,7 | 2,1 | 0,1 |
| Габариты Ш x В x Д, мм | 300x600x2450 | 305x900x535 | 80x210x2400 |
| Вес, кг | 450 | 140 | 16 |
| Цена, руб. | 243 000 | 161 000 | 71 000 |

Таблица 2 – Сравнительные технико-экономические показатели водяных подогревателей нефти

| | Стандартные кожухотрубные теплообменники типа U | Разборные пластинчатые теплообменники | Разборные кожухотрубные теплообменники типа «РИТА» |
|---|---|---------------------------------------|--|
| Теплопроизводительность, кВт | 300 | 302 | 302 |
| Коэффициент теплопередачи, Вт/(м ² × °С) | 211 | 423 | 2750 |
| Толщина теплопередающей стенки, мм | 2–4 | 0,4–0,5 | 0,3 |
| Потери давления (нагреваемая среда), м. вод. ст. | 1,5 | 2,6 | 0,6 |
| Потери давления (греющая среда), м. вод. ст. | 0,07 | 0,1 | 0,05 |
| Габариты Ш x В x Д, мм | 320x610x3450 | 385x950x735 | 100x240x2800 |
| Вес, кг | 1827 | 324 | 47 |
| Цена, руб. | 667 000 | 368 000 | 180 000 |

По показателям, приведенным в таблицах, можно сделать вывод, что теплообменники «РИТА» превосходят своих предшественников. Коэффициент теплопередачи в 1,5–2,5 раза выше, чем у обычных кожухотрубных и разборных пластинчатых теплообменников. Максимальные потери давления имеют приемлемое значение – они более чем в 3–4 раза ниже показателей теплообменных аппаратов второго поколения.

Теплообменники «РИТА» намного меньше в размере и в 10 раз легче обычных кожухотрубных теплообменников. Более компактные размеры, низкая металлоемкость обуславливают меньшую стоимость аппаратов типа «РИТА», при этом потребитель получает оборудование с существенно лучшими ключевыми техническими характеристиками. Теплообменники «РИТА» технологичны в изготовлении, поскольку нет необходимости в эксклюзивных станках. При изготовлении могут использоваться стандартные фитинги, трубные решетки вырезаются из листового металла лазером, а для уплотнений приемлемы литые эластомеры. Необходимо также отметить, что относительно несложная конструкция позволяет штатному персоналу предприятия без затруднений разобрать теплообменник вплоть до элементарных теплообменных труб и деталей с целью замены любых из них или очистки (по необходимости) как внутренних, так и наружных поверхностей, а затем собрать аппарат в условиях обычной мастерской.

В последнее время в ЖКХ наметилась тенденция перехода от внутриквартирных систем горячего водоснабжения с циркуляцией огромных масс воды на установку в многоквартирных домах индивидуальных тепловых пунктов. В весьма стесненных подвальных помещениях целесообразней располагать теплообменники «РИТА» прямо на стене, почти не занимая места в помещении. В некоторых случаях, в условиях ограниченных пространств и одновременно при необходимости снижения веса оборудования, например на морских судах, морских нефтедобывающих платформах, блочно-модульных установках и т. д., где требуется высокая эффективность теплообмена, при малых массогабаритных параметрах, в условиях трудной транспортной доступности, задачу может решить применение разборных кожухотрубных теплообменников типа «РИТА».

Таким образом, кожухотрубный теплообменник типа «РИТА» имеет неоспоримые преимущества перед используемыми ныне. В ближайшей перспективе эти теплообменники могут найти широкое применение в ЖКХ, энергетике, нефтегазовой сфере и других отраслях народного хозяйства.

Москва, июнь 2022 года