

Бальчугов Алексей Валерьевич,
д.т.н., профессор кафедры МАХП, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: balchug@mail.ru
Кустов Борислав Олегович,
аспирант кафедры МАХП, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: Fresh_33@mail.ru

РАЗРАБОТКА НОВОГО АППАРАТА ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Balchugov A.V., Kustov B.O.

DEVELOPMENT OF A NEW AIR COOLING DEVICE

Аннотация. Предложен аппарат воздушного охлаждения с трубками, вращающимися за счет энергии потока жидкости. Трубки приводятся во вращение шнеком, жестко установленным внутри трубок. Поток охлаждающего воздуха в межтрубном пространстве создается лопастями, установленными на внешней стороне вращающихся трубок. Новая конструкция позволяет интенсифицировать теплообмен в аппарате воздушного охлаждения и отказаться от использования мощных вентиляторов, потребляющих большое количество электроэнергии.

Ключевые слова: аппарат воздушного охлаждения, интенсификация теплообмена, вращающиеся трубки, шнек, винт Архимеда.

Abstract. The proposed air-cooling unit with tubes rotating due to the energy of the fluid flow. The tubes are driven by a screw fixed inside the tubes. The flow of cooling air in the annular space is created by blades mounted on the outer side of the rotating tubes. The new design allows to intensify the heat exchange in the air cooling unit and to abandon the use of powerful fans that consume a large amount of electricity.

Keywords: air cooler, heat transfer intensification, rotating tubes, auger, Archimedes screw.

В работе [1] предложен метод интенсификации процесса теплопередачи за счет вращения теплообменной трубы с помощью шнека, жестко установленного в трубе. Рисунок предлагаемого теплообменника представлен на рисунке 1. В теплообменной трубе (2) жестко установлен шнек (3) (винт Архимеда), а сама труба лежит на подшипниках. Горячий теплоноситель поступает в трубное пространство теплообменника и приводит шнек (3) вместе с трубой (2) во вращение. Общий вид шнека приведен на рисунке 2. Как видно, шнек не имеет вала (рисунок 2). Необходимо отметить, что шнек является эффективным устройством для преобразования энергии потока жидкости в энергию вращения трубы. Так, шнек (винт Архимеда) с успехом используется для вращения труб в малой гидроэлектроэнергетике [2, 3].

Вращение трубы (2) с помощью шнека приводит к турбулизации потоков теплоносителей внутри теплообменной трубы и в межтрубном пространстве, что способствует повышению интенсивности теплопередачи через теплопередающую поверхность. Шнек играет также роль ребрения с внутренней стороны теплообменной трубы, что обеспечивает повышение площади теплообмена. По данным работы [4], вращение теплообменной трубы способствует существенному увеличению интенсивности теплопередачи в межтрубном пространстве,

поэтому теплообменники данного вида (рисунок 1) могут использоваться для охлаждения и нагрева в межтрубном пространстве теплоносителей с низкими коэффициентами теплоотдачи (воздух, вязкие нефтепродукты и т.д.).

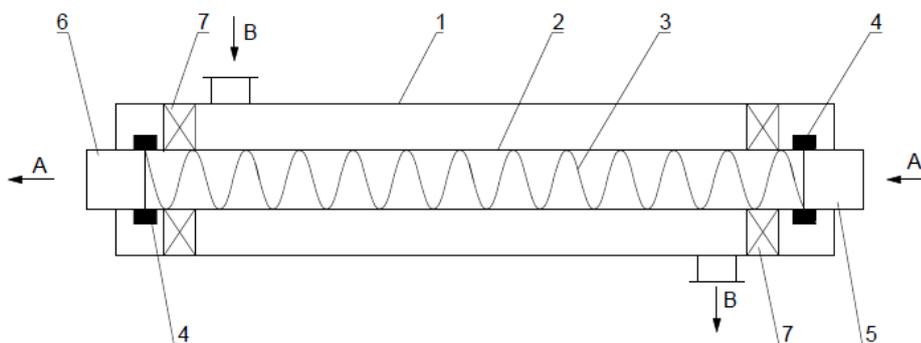


Рисунок 1 – Схема теплообменника типа «труба в трубе», использующего винт Архимеда для вращения трубы: 1 – внешняя труба; 2 – вращающаяся теплообменная труба; 3 – винт Архимеда (шнек); 4 – уплотнение; 5 – входной неподвижный патрубок; 6 – выходной неподвижный патрубок; 7 – подшипники качения.

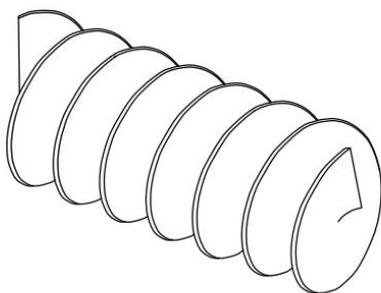


Рисунок 2 – Общий вид шнека для теплообменной трубы

Мы предлагаем данный способ вращения теплообменной трубы с помощью шнека использовать для интенсификации теплопередачи в аппаратах воздушного охлаждения на нефтехимическом производстве.

На рисунках 3, 4 показаны известные действующие аппараты воздушного охлаждения (АВО). Принцип действия известного АВО состоит в следующем (рисунок 4): охлаждаемая среда подается в аппарат через подводящий патрубок (4), проходит трубное пространство (7), охлаждается и выходит по отводящему патрубку (1). Охлаждение жидкости происходит за счет атмосферного воздуха. Воздух нагнетается лопастями рабочего колеса вентилятора в межтрубное пространство (рисунок 3). Лопасти рабочего колеса располагаются в диффузоре, который предназначен для направления потока воздуха и способствует его распределению. Воздух, проходя сквозь секцию, нагревается, а продукт в трубах охлаждается. Недостатками АВО известной конструкции являются: большие габариты, вес, занимаемая площадь, и, как следствие, необходимость использования громоздкой и металлоемкой опорной конструкции. При размещении вентиляторов под теплообменными секциями, как показано на рисунке 3, секции должны быть подняты на значительную высоту, что дополнительно увеличивает габариты и вес опорной конструкции. Недостатком горизонтальных АВО (рисунок 4) является то, что в

летнее время наружные верхние трубы подвержены нагреву из-за солнечной радиации, что снижает эффективность охлаждения продукта.

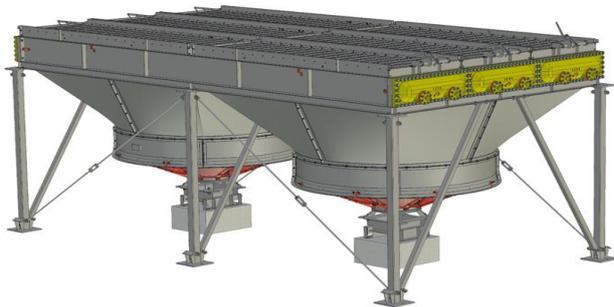


Рисунок 3 – Общий вид действующего аппарата воздушного охлаждения (с горизонтальными трубками, с вентиляторами и диффузорами), предназначенного для охлаждения жидких нефтепродуктов.

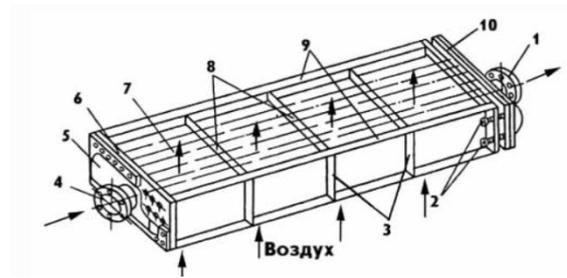


Рисунок 4 – Схема действующего аппарата воздушного охлаждения: 1, 4 – подводящие и отводящие патрубки; 2 – направляющие болты; 3 – ребра для ужесточения боковых стенок; 5 – крышки; 6, 10 – трубные доски; 7 – система из оребренных трубок; 8 – промежуточные опоры трубок; 9 – боковые стенки.

Вместо действующего аппарата (рисунок 3, 4) мы предлагаем АВО с вращающимися трубками, который изображен на рисунке 5.

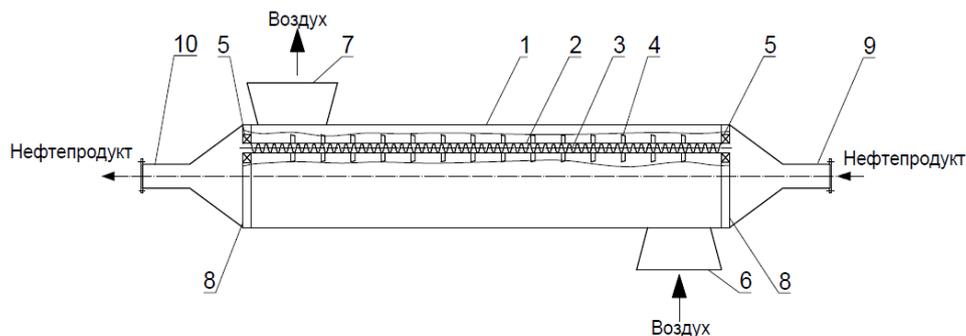


Рисунок 5 – Схема нового аппарата воздушного охлаждения: 1 – корпус аппарата; 2 – вращающиеся внутренние трубы; 3 – шнек; 4 – вентилятор; 5 – подшипник; 6 – диффузор; 7 – конфузор; 8 – трубная решетка; 9 – патрубок входа нефтепродукта; 10 – патрубок выхода нефтепродукта.

Отличительная особенность данной конструкции (рисунок 5) состоит в том, что во внутренних вращающихся трубках устанавливается шнек (3), а на поверхность внутренней трубы крепятся вентиляторы (4), при этом сама внутренняя вращающаяся труба устанавливается в подшипники (5).

Принцип действия нового АВО (рисунок 5) состоит в следующем. Жидкий продукт, подаваемый на охлаждение, поступает во внутренние трубки (2) и с помощью шнека (3) вращает их. Вместе с трубками (2) вращаются вентиляторы (4), жестко закрепленные с внешней стороны трубок (2). Вентиляторы (4) создают напор и прокачивают атмосферный воздух через теплообменник. Лопастные вентиляторы создают турбулентность в воздушном потоке, что будет способствовать увеличению коэффициентов теплоотдачи.

Преимуществом данной разработки является то, что в конструкции не используется потребляющий электроэнергию громоздкий вентилятор для подачи атмосферного воздуха. Всас атмосферного воздуха в аппарат осуществляется с помощью вентиляторов, расположенных на поверхности трубок. Это приводит к экономии электроэнергии, а также к уменьшению занимаемого производственного пространства. Интенсификация теплообмена за счет вращения теплообменных труб позволит снизить площадь теплопередающей поверхности и, как следствие, снизить габариты аппарата, его вес, занимаемую площадь и громоздкость опорной конструкции.

Расчет энергетических характеристик шнека для теплообменной трубы необходимо вести с учетом методик, приведенных в [5, 6].

По нашему мнению, новые аппараты воздушного охлаждения перспективны для использования на предприятиях химической и нефтехимической промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кустов Б.О., Бальчугов А.В. Обоснование использования винта Архимеда для вращения теплопередающей поверхности // Тезисы докладов междунар. конференции «Современные технологии и научно-технический прогресс» им. профессора В.Я. Баденикова. Ангарск. АнгТУ. 2019. С. 47-48.
2. Устинов Н.А., Земсков И.В. Ресурсосбережение в микрогидроэнергетике // Молодой ученый. Международный научный журнал. №22 (126)/2016. С. 51-53.
3. Gerald Müller, James Senior. Simplified theory of Archimedean screws // Journal of Hydraulic Research. Vol. 47. No. 5 (2009). pp. 667–669.
4. Щукин В.К. Теплообмен и гидродинамика внутренних потоков в полях массовых сил. М., 1970. С. 331.
5. Балденко Ф.Д. Расчеты бурового оборудования. М., РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2012. С. 428.
6. Любимов Г.А., Любимов Б.Г. Теория и расчет осевых многоступенчатых турбин турбобуров. Л., 1963. С. 176.