УДК 536.2:621.867.2

Н. В. ЕРОФЕЕВА, к.т.н., доцент (КузГТУ)
И. Н. ЧЕБОТОВА, преподаватель (Сибирский политехнический техникум), г. Кемерово

ОПИСАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЕ НА ГОРЯЧИХ ГРУЗОПОТОКАХ

Аннотация

Представлено описание тепловых процессов, происходящих при транспортировании горячего груза ленточными конвейерами

Ключевые слова

Конвейерная лента, кокс, теплопередача, конвекция, сегрегация

На коксохимических предприятиях для транспортирования горячего груза широко применяются ленточные конвейеры. Однако уязвимым местом конвейера является лента. При транспортировании ленточными конвейерами кокса мокрого тушения одной из причин выхода ленты из строя является ее прожог кусками недотушенного кокса [1]. Поскольку стоимость ленты составляет более 50% от стоимости конвейера, то задача повышения долговечности ленты на горячих грузопотоках является актуальной.

При транспортировании ленточными конвейерами насыпных горячих грузов лента подвергается циклическому тепловому воздействию. На груженой ветви конвейера происходит интенсивный нагрев ленты поступающим с рампы коксом, на холостой ветви – происходит отвод теплоты с поверхности ленты в окружающую среду.

Для описания теплового состояния в конвейерной ленте ниже приведена краткая характеристика теплового процесса, происходящего при движении ленты на груженой и порожней ветвях.

Форму мелкокусковых фракций груза приближенно можно считать шарообразной. В зависимости от способа укладки пористость монодисперсного соля шаров меняется от 0,476 при максимально рыхлой структуре до 0,259 при максимально плотной [2]. При движении конвейера кроме отвода теплоты от мелкокусковых фракций кокса *4* окружающей среде в местах контакта (сечение *II– II*) горячего груза с конвейерной лентой возникает теплопередача (рис.1). Далее тепловая волна распространяется внутрь ленты. Конвейерную ленту считаем как многослойную конструкцию с минимальным числом слоев три, первый слой – рабочая обкладка *1*, второй – тканевые прокладки и сквиджи, и третий – нерабочая обкладка *2*. Для повышения точности расчетов тканевые прокладки и сквиджи можно разделить на отдельные слои. На поверхности нерабочей обкладки происходит

теплообмен с окружающей средой. Воздушный слой, примыкающий к обкладке, нагревается и передает энергию нижележащим воздушным слоям. При описании конвективного теплообмена окружающей среды необходимо учитывать, что порожняя лента опирается на ролики, выступающие турбулизаторами потока. В начале и конце прохода роликоопор возникает местное вихреобразование. Между роликами образуется развитое циркуляционное движение [3]. Под действием турбулизатора теплоотдача в потоке воздуха увеличивается на 20% [4].

При дальнейшем движении лента набегает вместе с уложенным на ней грузом на роликоопору. В момент контакта происходит теплообмен с роликом *3* (сечение *I–I*) посредством теплопередачи.

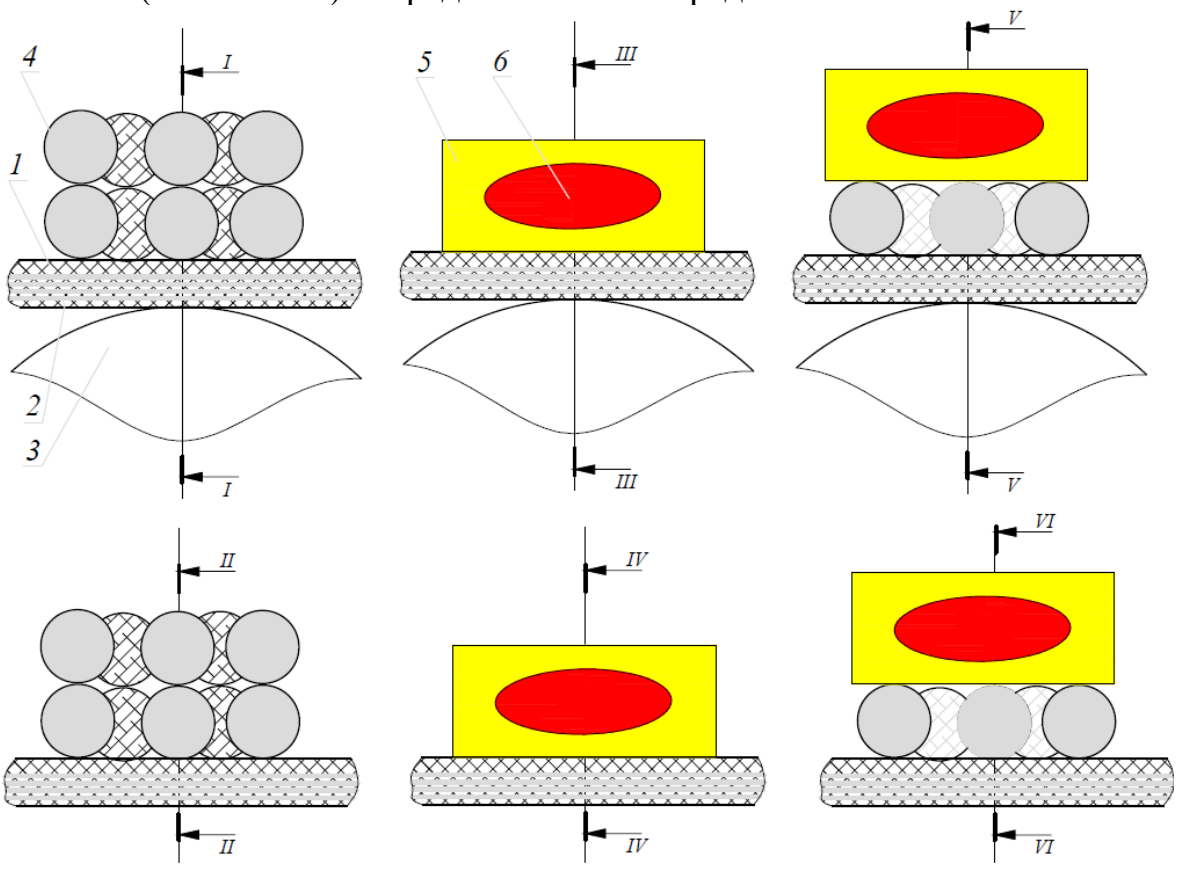

Рис. 1. Схема укладки горячего груза на груженой ветви непосредственно на поверхность ленты: *а* – мелкокусковых фракций; *б* – крупного куска; *в* – после сегрегации

Крупнокусковый груз *5* по принципу наихудшей ситуации примем в форме параллелепипеда. Как правило, крупный кусок является менее охлажденным по сравнению с мелкокусковой фракцией. К тому же температура внутри *6* куска может быть в 1,5–3 раза выше, чем ее на поверхности. При непосредственной укладке такого куска на ленту может происходить разогревание поверхности куска за счет его внутренней теплоты, что приведет к повышению температуры ленты, вплоть до ее прожогов. В связи с этим крупный кусок кокса рассматриваем как тело, имеющее внутренний

источник теплоты, со временим меняющий в сторону уменьшения интенсивность излучения. Структурная схема теплообмена в данном случае показана на рис. 2, *б*.

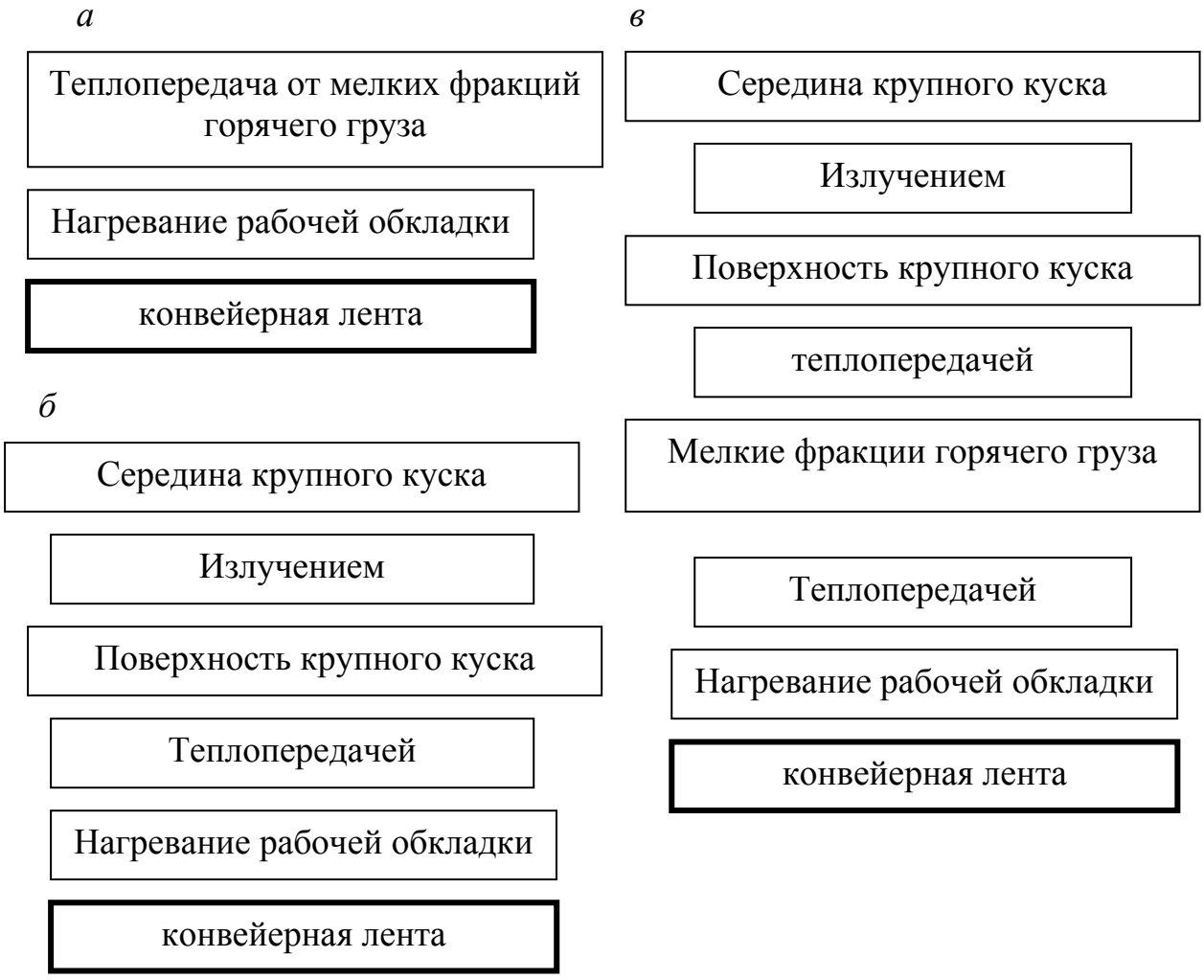

Рис. 2. Структурная схема теплового процесса на груженой ветви при укладке непосредственно на поверхность ленты: *а* – мелкокусковых фракций; *б* – крупного куска; *в* – после сегрегации

Как было уже указано для лент, транспортирующий кокс мокрого тушения, фактор их теплостойкости практически утрачивает свое значение, и на первое место выдвигается стойкость ленты к прожогам [5]. Одним из способов защиты конвейерной ленты от прожогов является изоляция крупных кусков, «подушкой» из мелкокусковой фракции груза, имеющей меньшую температуру. Для этого под груженой ветвью конвейера устанавливается ударно-вибрационное устройство, наносящее удары определенной амплитуды и частоты по нерабочей обкладке ленты, заставляющие перераспределяться насыпной груз по фракциям. Происходит сегрегация груза, при этом крупный кусок «всплывает» над поверхностью ленты и под него попадают мелкокусковые фракции. Таким образом, кусок оказывается изолированным от поверхности ленты. Теплопередача от крупного

куска будет происходить мелкокусковым фракциям, а от них – к ленте (рис. 2, *в*).

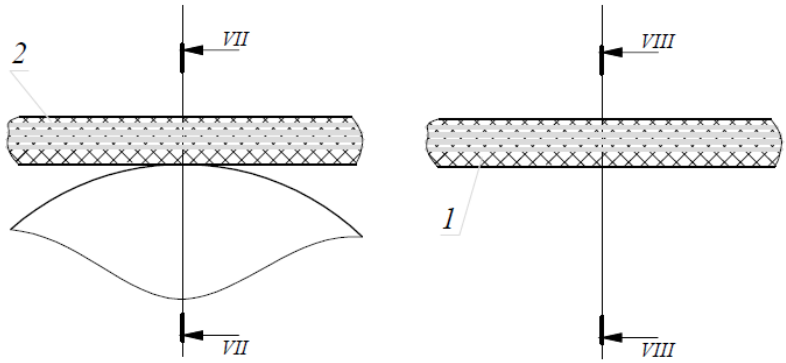

Рис. 3. Схема положения конвейерной ленты на порожней ветви: *а* – на роликоопоре; *б* – в пролете между роликоопорами

Рис. 4. Структурная схема теплообмена ленты с окружающей средой при положении конвейерной ленты: *а* – на груженой ветви; *б* – на порожней

При сбрасывании груза на разгрузочном барабане рабочая обкладка ленты оказывается снизу, где возможны два случая теплообмена: в пролете между роликоопорами и при контакте с роликами (рис. 3). При контакте с роликом возникает теплопередача от обкладки ролику. В пролете между роликоопорами происходит теплопередача от рабочей обкладки воздушной среде аналогично теплообмену нерабочей обкладки на груженой ветви. Нерабочая обкладка отдает тепло прилежащим к ней воздушным слоям, а посредством естественной конвекции и за счет обдува воздуха при движении ленты (принудительной конвекции) происходит теплообмен между воздушными слоями. Структурная схема теплообмена показана на рис. 4.

Таким образом, на основе описания физического процесса теплообмена груз – конвейерная лента – окружающая среда, в дальнейшем можно разработать математическую модель.

Список литературы

1. Ананьев, Н. В. Причины и характер разрушения конвейерных лент при транспортировании горячего кокса / Н. В. Ананьев, И. Н. Федотов,Е. И. Германов, С. А. Шрейдер // Кокс и химия. – С. 35–39.
2. Кутателадзе С. С. Основы теории теплообмена. – Изд. 5-е перераб. и доп. – М. : Атомиздат, 1979 – 416 с.
3. Белов И.А. Взаимодействие неравномерных потоков с преградами. Л: Машиностроение, 1983. 144с
4. Жукускаус А., Шланчаускас А. Теплоотдача в турбулентном потоке жидкости. Вильнюс,: Минтис, 1973 -328 с.
5. Ананьев, Н. В. Испытания теплостойких лент конвейеров для транспортирования горячего кокса / Н. В. Ананьев, П. Д. Головин, И. Ф. Светличный// Кокс и химия, 1985. – №1. – С. 36–37.