

Киндрачука, Д.А. Вольченко, Н.А. Вольченко. - М.: Международ. акад. авторов научн. открыт. и изобрет. - Экспертиза заявки на открытие № А-588 от 05.09.2012 г.
3. Диплом №462 на научное открытие "Закономерность изменения износотрибционных характеристик поверхностных слоев металлополимерных пар трения при их контактно-импульсном взаимодействии" от 28.12.2013 г. авторов А.М. Пашаева, А.Х. Джанахмедова, А.И. Вольченко и др. - М.: Международ. акад. авторов научн. открыт. и изобрет. - Экспертиза заявки на открытие № А-588 от 07.09.2013 г.

Volchenko Dmitro Olexandrovich

Doctor of technical science, professor

*Department of Oil and Gas Field Development and Operation
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

Ivano-Frankivsk, Ukraine

Skripnik Vasil Stepanovich

Ph. D, assistant professor

*Director of the Training and Consulting Center
of the National Transport University*

Ivano-Frankivsk, Ukraine

Chufus Vasil Mikhailovich

graduate student

Department of Machine Mechanics

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

Ivano-Frankivsk, Ukraine

Bekish Irina Orestivna

Ph. D, assistant professor

Department of Engineering and Computer Graphics

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

Ivano-Frankivsk, Ukraine

DYNAMICS OF FLUID WASHING OF THE WALLS SURFACES OF THE CHAMBERS OF THE COMPOSITE BRAKE PULLEY OF THE BAND-BLOCK BRAKE

Вольченко Дмитрий Александрович

д.т.н., профессор

кафедра разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

г. Ивано-Франковск, Украина

Скрипник Василий Степанович

к.т.н., доцент

директор учебно-консультационного центра

Национально транспортного университета

г. Ивано-Франковск, Украина

Чуфус Василий Михайлович

аспирант

кафедра механики машин

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа
г. Ивано-Франковск, Украина
Бекиш Ирина Орестовна
к.т.н., доцент
кафедра инженерной и компьютерной графики
Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа
г. Ивано-Франковск, Украина

ДИНАМИКА ОМЫВАНИЯ ЖИДКОСТЬЮ ПОВЕРХНОСТЕЙ СТенок КАМЕР СОСТАВНОГО ТОРМОЗНОГО ШКИВА ЛЕНТОЧНО- КОЛОДОЧНОГО ТОРМОЗА

The materials of the conference include the dynamics of fluid motion at the washing the non-working polished surface of the brake pulley rim.

Key words: band-block brake, friction pairs, pulley rim, fluid chamber, convective, conductive, radiation heat exchange, processes in the chamber with a liquid

В материалах конференции приведена динамика движения жидкости при омывании нерабочей полированной поверхности обода тормозного шкива.

Ключевые слова: ленточно-колодочный тормоз, пары трения, обод шкива, камера с жидкостью, конвективный, кондуктивный, радиационный теплообмен, происходящие в камере с жидкостью.

Состояние проблемы. Теплотехнические задачи приобретают все большие значение при проектировании надежных и эффективных систем принудительного воздушно жидкостного охлаждения составных шкивов ленточно-колодочных тормозов буровых лебедок. Особенность вынужденного воздушного охлаждения тепловых мостиков, соединяющих верхнюю часть с нижней составного тормозного шкива, является увеличение температурного напора между частями обода шкива, что существенно интенсифицирует жидкостной и паровоздушный теплообмен с полированной нерабочей (нижней части обода шкива) поверхностью. Кроме того, важно знать, что происходит с жидкостью в камере с точки зрения ее динамики и теплообменных процессов при омывании жидкостью, находящейся в различном фазовом состоянии, полированной поверхности нижней части обода шкива.

Цель работы — исследование движения потоков воздуха в кольцевых камерах и жидкости в жидкостной камере составного тормозного шкива ленточно-колодочного тормоза буровой лебедки У2-5-5 для возможности дальнейшего снижения его энергонагруженности.

Основная часть. Доля притока теплоты от рабочей поверхности обода шкива, являющейся его верхней частью, по тепловым мостикам 9 (рис 1 б), связывающих теплую и холодную (нижнюю часть обода) зоны шкива, возрастает по мере повышения эффективности принудительного охлаждения жидкостью нижней части обода составного шкива. При этом интенсивность теплоотдачи заметно возрастает за счет превращения жидкости сначала в паровоздушную смесь, а затем в чистый пар.

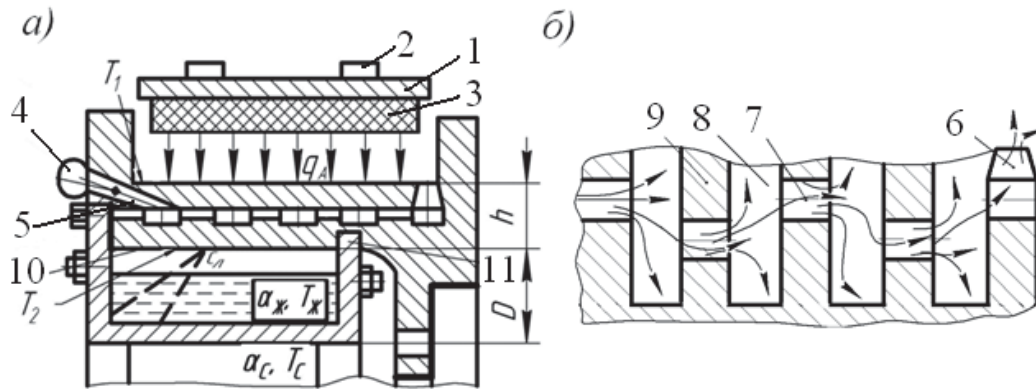


Рисунок 1 а, б. Фрикционный узел тормоза с системой вынужденного воздушно-жидкостного охлаждения (а) и схема движения воздуха в цилиндрических кольцевых камерах (б): 1, 2 — тормозная лента; 3 — фрикционная накладка 4, 5, 6 — отверстия: входное и выходное конические; цилиндрические; 7 — отверстия между камерами; 8 — кольцевые камеры; 9 — тепловые мостики; 10 — полированная нерабочая поверхность обода шкива; 11 — продольный паз в ободу шкива

Увеличение теплопритоков по тепловым мостам может быть осуществлено как за счет снижения собственного термического сопротивления тепловых мостов в данной конструкции, так и за счет уменьшения контактного электротермического сопротивления пятен микровыступов пары трения «металл — полимер» [1, 2]. При этом существенную роль играет тип контакта (омический, нейтральный, блокирующий или выпрямляющий).

Под влиянием пульсационного движения слоев жидкости в камерах составных шкивов ленточно-колодочного тормоза при их вращении со скоростями u', v', w' , в осредненном движении увеличивается сопротивление трения между слоями и при этом возникает дополнительная кажущаяся кинематическая вязкость жидкости [3].

Рассмотрим плоскопараллельное течение в направлении оси x , одинаковом для всех точек пространства, и со скоростью изменяющейся в направлении оси y (рис. 2).

В таком течении $\bar{u} = \bar{u}(y)$; $\bar{v} = 0$; $\bar{w} = 0$, а из касательных составляющих тензора напряжений имеется только касательное напряжение $\tau_{xy} = \tau$. Величину τ и ее знак можно установить на основе следующих рассуждений. Вследствие перетекания жидкости через площадку перпендикулярную к оси y , возникает первоначальное количество движения $\rho \bar{u} \bar{v}$ (где ρ — плотность жидкости). При наличии пульсаций скорости поток количества движения составит $\rho(\bar{u} - u')(\bar{v} - v') = \rho V(\Delta u + \Delta v)$, где V — элементарный объем жидкости; Δu , Δv — градиент скорости). Среднее значение потока количества движения равно $0,5\rho(uv + u'v')$.

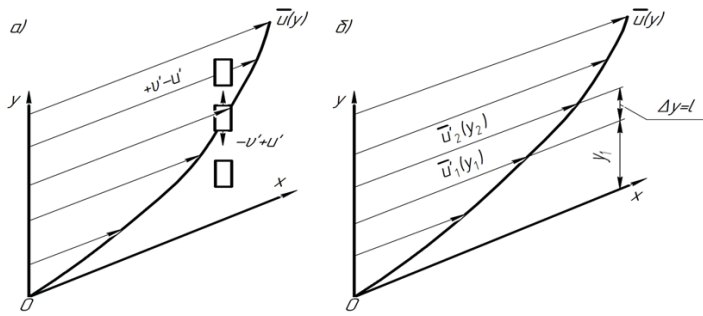


Рисунок 2 а, б. К определению в слоях движущегося потока жидкости в камере составного тормозного шкива закономерностей изменения: а — касательных напряжений трения; б — длины пути перемешивания

Таким образом, в результате пульсаций скорости в слое жидкости элементарный поток количества движения изменяется на величину $0,5\rho u'v'$. Взаимодействие верхней части слоя потока с нижней частью вызывает возникновение дополнительной силы, и как следствие, касательное напряжение трения

$$\tau = -0,5\rho u'v' / A, \quad (1)$$

где A — площадка взаимодействия.

Напряжение трения τ не равно нулю и направлено в положительную сторону оси x , в чем легко убедиться. Частицы жидкости слоя, попадающие вследствие поперечного движения в слой y снизу ($v' > 0$), движутся из области с меньшей осредненной скоростью u , но так как при этом они, в основном, сохраняют свою первоначальную скорость \bar{u} , то в слое y они вызывают отрицательную пульсацию u' . Напротив частицы жидкости слоя, попадающие в слой y сверху ($v' < 0$), имеют положительную пульсацию. В результате положительным пульсациям v' соответствуют отрицательные пульсации u' , и поэтому осредненное значение $u'v'$ не равно нулю и имеет отрицательный знак. Это означает, что $\tau = \rho u'v' > 0$. При распределении скорости $u(y)$, приведенной на рис. 2, напряжение силы трения со стороны верхней части слоя жидкости на его нижнюю часть направлено в положительном направлении оси x , т. е. верхняя часть ускоряет нижнюю, а нижняя часть при этом оказывает сопротивление верхней.

Таким образом, профили скорости в турбулентном пограничном слое возле стенок камеры шкива являются результатом турбулентного перемешивания и действия создаваемых им сил кажущейся кинематической вязкости. Градиент давления вместе с трением на стенках камер оказывают непосредственное влияние на распределение касательных напряжений, а следовательно, на форму профилей скорости в пограничном слое. Однако влияние градиента давления внешнего потока и условий на обтекаемых поверхностях стенок камер шкивов тормоза на распределение касательных напряжений и скорости неодинаково. Турбулентные перемешивания слоев жидкости, порождающие касательные напряжения, возникают вблизи поверхностей стенок камер шкивов и распространяются в потоки жидкости в них при вращении шкивов тормоза. При распространении турбулентных пульсаций слоев жидкости имеет место перемещение их вниз по течению, т.е. в направлении вращения шкива. В результате касательное напряжение в любой точке рассматриваемого сечения пограничного слоя имеет свой источник на поверхностях стенок камер шкивов в точках, сдвинутых вверх по направлению их вращения. По мере удаления

точек пограничного, слоя от поверхностей стенок камер увеличивается расстояние, отделяющее эти точки от первоначального источника касательных напряжений в них.

Поэтому состояние поверхности стенки в рассматриваемом сечении слоя, оказывает влияние на профили касательного напряжения и скорости только в последующих сечениях вниз по течению, т.е. в направлении вращения составных шкивов тормоза.

В процессе относительного перемещения турбулентных пульсаций, возникающих у поверхностей стенок камер шкивов в направлении внешней границы пограничного слоя, наблюдается диссипация их энергии и затухание интенсивности, которое становится настолько значительным в конце внутренней части слоя, что оказывает весьма слабое влияние на характеристики потока во внешней его части. Решающее влияние на распределение скорости и касательного напряжения во внешней части пограничного слоя оказывает продольный градиент давления.

Выводы. Таким образом, на основании вышеизложенного предоставляется возможным снижение энергонагруженности обода составного тормозного шкива за счет использования в нем принудительного воздушно-жидкостного охлаждения.

Литература:

1. Нестационарный теплообмен / В.К. Кошкин, Э.К. Калинин, Г.А. Дрейцер и др. – М.: Машиностроение, 1973. – 328с.
2. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент. Справочник / Е.В. Аметистов, В.А. Григорьев, Б.Т. Емцев и др.: Под общ. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. – М.: Энергиздат, 1982. – 512 с.
2. Кириллин В.А. Основы экспериментальной термодинамики / В.А. Кириллин, А.Е. Шейдлин. – М. – Л: Государственное энергетическое издательство, 1950. – 310с.