DOI: 10.17117/na.2015.09.736

<http://ucom.ru/doc/na.2015.09.736.pdf>

Поступила (Received): 19.09.2015

**Кобелев Н.С., Сидоров И.Ю., Труханов И.П.,
Яргункин Д.В., Хазеев Т.Р.**

Предупреждение аварийных ситуаций при работе строительных машин

**Kobelev N.S., Sidorov I.Yu., Trukhanov I.P.,
Yargunkin D.V., Hazeev T.R.**

The prevention of emergencies during the operation of construction machines

В статье рассмотрено решение, позволяющее снизить аварийные ситуаций при эксплуатации строительных машин, устраняющее образование конденсата на остекление кабины управления при контакте его с атмосферным воздухом.

Предложена методика расчета массы конденсирующегося пара и биметаллическое покрытие, обеспечивающее разрушение конденсатной пленки за счет постоянного термовибрационного воздействия на остекление при изменяющихся погодных-климатических условиях эксплуатации строительных машин

Ключевые слова: строительные машины, термовибрация, безопасность, конденсация влаги

In article the decision allowing to lower emergency situations at operation of construction cars, eliminating formation of condensate on a glazing of a cabin of management at its contact with atmospheric air is considered. The method of calculation of mass of the condensed steam and the bimetallic covering providing destruction of a condensate film due to continuous thermovibration impact on a glazing at the changing weather climatic conditions of operation of construction cars is offered

Key words: construction cars, thermovibration, safety, moisture condensation

Кобелев Николай Сергеевич

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой

*Юго-Западный государственный университет
г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94*

Kobelev Nikolay Sergeevich

Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Department

*Southwest state university
Kursk, 50 years of October st., 94*

Сидоров Игорь Юрьевич

Начальник отделения

*Центр научно-исследовательских и производственных работ, БАШНЕФТЕГЕОФИЗИКА
г. Когалым, ул. Центральная, 19*

Sidorov Igor Yuryevich

Head of Department

*Center of research and production works,
BASHNEFTEGEOFIZIKA
Kogalym, Tsentralnaya st., 19*

Труханов Илья Петрович

Эксперт

*Центр научно-исследовательских и производственных работ, БАШНЕФТЕГЕОФИЗИКА
г. Когалым, ул. Центральная, 19*

Trukhanov Ilya Petrovich

Expert

*Center of research and production works,
BASHNEFTEGEOFIZIKA
Kogalym, Tsentralnaya st., 19*

Яргункин Дмитрий Владимирович
 Эксперт
 Центр научно-исследовательских и
 производственных работ, БАШНЕФТЕГЕОФИЗИКА
 г. Когалым, ул. Центральная, 19

Yargunkin Dmitry Vladimirovich
 Expert
 Center of research and production works,
 BASHNEFTEGEOFIZIKA
 Kogalym, Tsentralnaya st., 19

Хазеев Тимур Риннатович
 Эксперт
 Центр научно-исследовательских и
 производственных работ, БАШНЕФТЕГЕОФИЗИКА
 г. Когалым, ул. Центральная, 19

Hazeev Timur Rinnatovich
 Expert
 Center of research and production works,
 BASHNEFTEGEOFIZIKA
 Kogalym, Tsentralnaya st., 19

В процессе выполнения строительно-монтажных работ с использованием строительных машин, возможно возникновение аварийных ситуаций из-за появления конденсатной пленки на смотровых стеклах кабин управления. Даже в хорошую, без дождя и тумана, погоду на вертикальной и наклонной остекленной поверхности кабины управления строительными машинами, температура которой $t_{ст}$ меньше температуры контактируемого с ней паровоздушного потока $t_{см}$, образуется конденсатная пленка, которая резко снижает обзор оператору и, следовательно, повышает возможность создания аварийных ситуаций.

Определим количество конденсата выделяемого в единицу времени на остекление кабины. Для этого примем следующие допущения:

- силы инерции, возникающие в пленке конденсата, пренебрежительно малы по сравнению с силами вязкости и силами тяжести;
- конвективный перенос теплоты в пленке, а также теплопроводность вдоль нее не учитывается; учитывается только теплопроводность поперек пленки;
- трение на границе раздела паровой и жидкой фаз отсутствует;
- температура внешней поверхности пленки конденсата постоянна и равна температуре насыщения t_n ;
- физические параметры конденсата не зависят от температуры;
- силы поверхностного натяжения на свободной поверхности пленки не влияют на характер ее течения;
- плотность пара мала по сравнению с плотностью конденсации.

Воспользуемся уравнением [1]

$$\frac{\partial^2 t}{\partial y^2} = 0 \text{ и } \mu_k \frac{\partial^2 \varpi}{\partial y^2} = -\varpi_k g, \quad (1)$$

где y – координата остекления по высоте;

ϖ_k , μ_k , ϖ – плотность, динамическая вязкость и скорость перемещения конденсатной пленки; Граничные условия: при $y=0$, $t=t_{ст}$ и $\omega_k=0$; при $y=\delta$, $t=t_n$ и $\frac{\partial \varpi_k}{\partial y} = 0$.

Равенство нулю производной $\frac{\partial \varpi_k}{\partial y}$ следует из условия, что трением на границе раздела фаз пренебрегаем.

Интегрированное уравнения энергии, при записанных условиях, имеем

$$\frac{\partial t}{\partial y} = \frac{t_n - t_{ст}}{\delta}, \quad (2)$$

Где δ – толщина конденсатной пленки.

Коэффициент теплоотдачи

$$\alpha = \frac{q_k}{t_n - t_{ct}} = \frac{\lambda_k \frac{\partial t}{\partial y}}{t_n - t_{ct}} = \frac{\lambda_k}{\delta}, \quad (3)$$

Следовательно, коэффициент в определенной точке поверхности теплообмена прямо пропорционален коэффициенту теплопроводности и обратно пропорционален толщине пленки.

Количество конденсата, протекающего в единицу времени через поперечное сечение пленки по ее ширине, равной l определим из выражения

$$G_k = \rho_k \omega_k \delta l \quad (4)$$

Через сечение, лежащее ниже на величину d_y образующегося конденсата, протекает больше на

$$dG_k = d(\rho_k \omega_k \delta) \quad (5)$$

Этот прирост расхода происходит за счет массы конденсата ранее произошедшей на остеклении.

Скорость течения конденсатной пленки по остеклению определяется как

$$\omega_k = \frac{\lambda_k q}{3\mu_k} \delta^2. \quad (6)$$

Для устранения негативного влияния конденсатной пленки на лобовом и/или боковом остеклении кабины управленческими машинами, необходимо создать условия, постоянно разрушающие поток перемещающейся сверху вниз (по координате y) жидкости.

Авторами разработано новое принципиальное решение, обеспечивающее комфортные условия обзора в меняющихся погодных-климатических условиях эксплуатации, путем выполнения композиционного остекления, состоящего из стекла и биметаллического покрытия.

Известно, что конденсация сопровождается как отводом конденсата, так и отводом теплоты. Следовательно, остекление кабины управления подвергается воздействию температурных градиентов со стороны конденсирующего пара и воздуха внутри кабины, где средняя температура T_{cp} стекла определяется как [2]

$$T_{cp} = \frac{T_n q_n C_{p_n} + T_v q_v C_{p_v}}{q_n C_{p_n} + q_v C_{p_v}}, \quad (7)$$

где, T_n , T_v , q_n , q_v , C_{p_n} , C_{p_v} – температуры, массовые доли и теплоемкости при постоянном давлении соответственного пара и воздуха внутри кабины.

Как показывает практика эксплуатации [3] температура стекла возрастает на 5-10°C по сравнению с температурой окружающей среды. Данные перепады температур достаточны для возникновения термовибрации биметаллического покрытия [4], входящего как компонент композиционного состава остекления кабины управления. Постоянное термовибрационное воздействие разрушает конденсатную пленку, что в конечном итоге улучшает обзор для оператора управления в условиях эксплуатации при контакте остекления с конденсирующим паром атмосферного воздуха окружающей среды.

Выводы. Получены аналитические зависимости образования конденсатной пленки на наклонной лобовой и вертикальных боковых стеклах кабины управления строительными машинами при эксплуатации в сложных погодных-климатических условиях, когда обзор из кабины резко ухудшается, вследствие

наличия конденсирующего пара во встречном по мере движения в атмосферном воздухе.

Разработан композиционный материал для кабины управления, в который наряду со стеклом, входит в качестве дополнительного компонента биметаллическая сетка.

Определено оптимальное соотношение коэффициентов теплопроводности составляющих материалов биметаллической сетки, обеспечивающее возникновение термовибрации при различных температурных режимах эксплуатации строительных машин.

Новизна технического решения защищена патентом Российской Федерации на изобретение [5].

Список используемых источников:

1. Исаченко В.П., Осипова В.А, Сукомел А.С. Теплоотдача. М.: Энергия, 1981. 417 с.
2. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплоотдача. М.: Высш. шк., 1985. 369 с.
3. Краморенко Г.В. Техническая эксплуатация автомобилей. М.: Транспорт, 1993. 488 с.
4. Дмитриев В.Н. Биметаллы. Пермь: Кн. изд-во, 1997. 427 с.
5. Пат. № 50561 Российская Федерация, МПК7 Е 04 В2/14. Ограждающий элемент с солнечным коллектором. Кобелев Н.С.; заявитель и патентообладатель Курск. гос. техн. ун-т. 2005121040/22; заявл. 05.07.2005; опубл. 20.01.2006.

© 2015, Кобелев Н.С., Сидоров И.Ю., Труханов И.П.,
Яргункин Д.В., Хазеев Т.Р.
*Предупреждение аварийных ситуаций при работе
строительных машин*

© 2015, Kobelev N.S., Sidorov I.Yu., Trukhanov I.P.,
Yargunkin D.V., Hazeev T.R.
*The prevention of emergencies during the operation
of construction machines*