

УДК 691.327:666.08

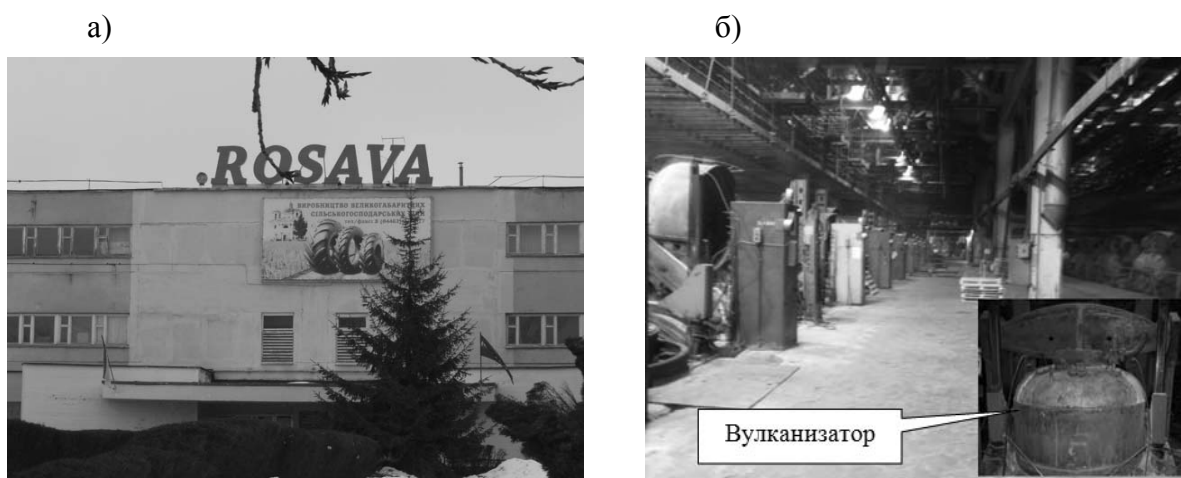
Гузий С.Г., кандидат технических наук,  
 старш. научн. сотр.,  
 Научно-исследовательский институт вяжущих  
 веществ и материалов им. В.Д. Глуховского Киевского  
 национального университета строительства и  
 архитектуры, Украина, г. Киев  
 Манак Я., студент  
 Технологический университет Брно, Чешская  
 республика

## ИЗОЛЯЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫМИ ПОКРЫТИЯМИ НА ОСНОВЕ ГЕОЦЕМЕНТОВ

Существенная роль в решении проблемы энергосбережения принадлежит высокоэффективной промышленной тепловой изоляции, а одним из наиболее эффективных путей ее решения является сокращение потерь тепловой энергии через ограждающие конструкции промышленного оборудования [1-3].

Тепловая изоляция промышленного оборудования должна обеспечить, помимо проведения технологических процессов при заданных параметрах и безопасных условиях труда, долговечность работы теплоизоляционных покрытий, проявляющихся в зависимости от их конструктивных особенностей и условий эксплуатации, включающих месторасположение изолируемого объекта, режим работы оборудования и интенсивность механических воздействий

На ЧАО «РОСАВА» (г. Белая Церковь) (рис. 1, а) для теплоизоляции основных видов вулканизационного оборудования (рис. 1, б), а также паропроводов применяют теплоизоляционную смесь, состоящую из глины и асбеста. Данная смесь, после отверждения, обеспечивает температуру на внешней поверхности покрытия не более 45°C.

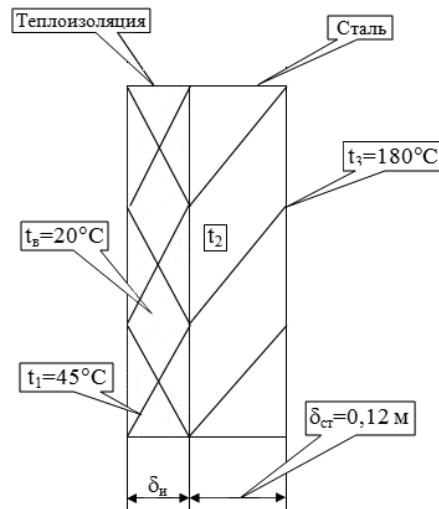


**Рисунок 1** - Проходная завода (а) и цех вулканизации автошин ПКГШ (б)

В процессе эксплуатации форматоров-вулканизаторов, вследствие циклических динамических воздействий и низкой адгезии теплоизоляционного состава к нагретой металлической поверхности, приходится достаточно часто проводить внеплановые ремонты разрушенных участков теплоизоляции. Еще одним из существенных недостатков данного материала является наличие в нем асбеста. Учитывая выше изложенное, в качестве альтернативного теплоизоляционного покрытия руководством предприятия было принято решение апробировать экологически чистое теплоизоляционное покрытие на основе геоцемента состава  $\text{Na}_2\text{O} \times \text{Al}_2\text{O}_3 \times 6\text{SiO}_2 \times 20\text{H}_2\text{O}$  [4-18] и вспученного перлитового песка фр. 0,14-2,5 мм со следующими характеристиками: - прочность при сжатии – 0,013 МПа; - средняя плотность – 315 кг/м<sup>3</sup>; - коэффициент теплопроводности – 0,073 Вт/м×К.

С этой целью в период с 14.02.2013 по 15.02.2013 г. на ЧАО “РОСАВА” (г. Белая Церковь) были проведены работы по теплоизоляции сферического сектора верхней паровой камеры форматора-вулканизатора 88” №4/9 в цехе вулканизации автошин ПКГШ теплоизоляционным покрытием на основе геоцемента.

Перед нанесением теплоизоляционного покрытия был выполнен расчет толщины тепловой изоляции по ниже приведенной расчетной схеме (рис. 2) и методике [19].



**Рисунок 2** - Расчетная схема по определению толщины теплоизоляции

Определим коэффициент теплоотдачи от стенки теплоизоляции в окружающую среду  $\alpha$ .

$$\alpha = 9,74 + 0,07(t_1 - t_в), \quad (1)$$

где  $t_1$ , - температура внешней стороны изоляции, °С.

$t_в$  - температура окружающей среды, °С.

Принимаем  $t_1 = 45$  °С;  $t_в = 20$  °С. Тогда  $\alpha = 9,74 + 0,073(45 - 20) = 11,565$  Вт/(м<sup>2</sup>×°С).

Определим удельный тепловой поток  $q$ :

$$q = \alpha(t_1 - t_в) = 11,565(45 - 20) = 289,13 \text{ Вт} / \text{м}^2, \quad (2)$$

Определим температуру внутренней стороны теплоизоляции  $t_1$ :

$$t_3 - t_2 = q \left( \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} \right), \quad (3)$$

где  $t_3$  - температура внутренней стороны стенки корпуса форматора-вулканизатора, °С;  
 $\delta_{ст}$  - толщина стенки верхней крышки форматора-вулканизатора, м;  
 $\lambda_{ст}$  - коэффициент теплопроводности стали, Вт/(м К). Принимаем  $\lambda_{ст} = 17,5$  Вт/(м К).

Определяем температуру стальной крышки форматора-вулканизатора:

$$t_3 - t_2 = \left( \frac{0,120}{17,5} \right) = 0,0069 \quad (4)$$

Тогда  $t_2 = 180 - 0,0069 = 179,9$  °С.

Определим необходимую толщину теплоизоляции,  $S_{из}$ :

$$S_{из} = \frac{\lambda_{из}}{q} (t_2 - t_1), \quad (5)$$

где  $\lambda_{из} = 0,073$  Вт/(м×К), коэффициент теплопроводности геоцементного теплоизоляционного покрытия.

Тогда расчетная толщина теплоизоляционного покрытия, обеспечивающая на поверхности покрытия температуру не выше 45°С, будет следующей:

$$S_{из} = \frac{0,073}{289,13} (179,99 - 45) = 0,034 м.$$

На рис. 3 приведены основные технологические операции по нанесению теплоизоляционного покрытия на сектор верхней паровой камеры форматора-вулканизатора 88'' №4/9.

Следует отметить, что как праймер, так и покрытие наносилось на горячую металлическую поверхность, температура которой составляла 75°С, отставание покрытия от поверхности не происходило.

После завершения работ, с целью повышения поверхностной прочности, нанесенный теплоизоляционный материал покрывался геоцементным праймером (рис. 4).

а)



б)



в)



г)



**Рисунок 3** - Выполнение работ по теплоизоляции сферического сектора верхней паровой камеры форматора-вулканизатора 88'' №4/9: нанесение праймера на основе геоцемента (а); приготовление теплоизоляционного покрытия (б); нанесение теплоизоляционного покрытия (в, г)



**Рисунок 4** - Нанесение геоцементного праймера на поверхность теплоизоляционного покрытия

В результате проведенных работ можно отметить следующее:

- показана принципиальная возможность защиты технологического оборудования теплоизоляционными покрытиями на основе геоцемента;
- рассчитана оптимальная толщина теплоизоляционного геоцементного покрытия, которая обеспечивает нагревание поверхности покрытия не более 45°C;
- во время нанесения праймера и покрытия не отмечено их отставание от горячей поверхности верхней крышки паровой камеры форматора-вулканизатора;
- дальнейшие работы будут направлены на определение распределения температур по поверхности теплоизоляционного покрытия и его долговечности в условиях действия циклических динамических и температурных нагрузок.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Шидловський А.К. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України / А.К. Шидловський, М.П. Ковалко, С.П. Денисюк. – К.: УЕЗ, 1998. – 506 с.

2. Кочергин С.М. Теплоизоляция. Материалы, конструкции, технологии: Справ. пособие / С.М. Кочергин. – М.: Стройинформ, 2008 – 440 с.
3. Афтанюк В.В. Современные решения эффективной теплоизоляции покрытий производственных зданий / В.В. Афтанюк // Сб. тр. – Одесса: ОПУ, 2009. – Вып. 1(31). - С. 73-76.
4. Krivenko, P.V. Fireproof coatings on the basis of alkaline aluminum silicate systems / P.V. Krivenko, K.K. Pushkareva, M.V. Sukhanevich, S.G. Guziy // Ceramic Engineering and Science Proceedings 29(10). - 2009. - pp. 129-142.
5. Гузий С.Г. Щелочные алюмосиликатные композиции для защиты строительных конструкций от агрессивных воздействий урбанистической среды / Гузий С.Г., Суханевич М.В. // Сборник трудов 6-й Междунар. научн.-техн. конф. «AquaStop-2010» Гидроизоляционные, кровельные и теплоизоляционные материалы, 14-15 апреля 2010 г., ЛЕНЭКСПО, Санкт-Петербург, Россия. – С. 56-64.
6. Krivenko P. Status and Prospects of Research and application of alkali-activated Materials / Krivenko P. // Advances in Science and Technology Vol. 69 (2010) pp. 1-10 © (2010) Trans Tech Publications, Switzerland doi:10.2048/www.scientific.net/AST.69.1
7. Krivenko P.V. Geocement-based Coatings for Effective Protection of Metal Structures against Aggressive Environments / P.V. Krivenko, S.G. Guzii, L. Gric, P. Fabian // First International on Advances Chemically-activated Materials (CAM' 2010 - China), May 9-12, 2010, Jinan, Shandong, China. - P. 206-215.
8. Guzii S. Experience from Use of Corrosion Resistant Geocement-based Coatings / S.Guzii, J.Sussmilh, L.Grich, P. Fabian // Non-Traditional cement & Concrete IV. Proc. of the Intern. Symp. Brno University of Technology, Brno, June 27-30, 2011. - Pp. 383-391.
9. Гузий С.Г. Способность к вспучиванию огнезащитных геоцементных покрытий после искусственного старения / С.Г. Гузий // “СтройПрофиль” - №2(80). – 2010. – С. 108-110.
10. Гузий С.Г. Способность к вспучиванию огнезащитных геоцементных покрытий после искусственного старения / С.Г. Гузий // “СтройПрофиль” - №3(81). – 2010. – С. 114-117.
11. Shi C. Alkali activated cements and concretes (in Chinese, Authorized translation from the English language edition) / C. Shi, P.V. Krivenko, D. Roy // Taylor & Francis, 2012. 326 p.
12. Krivenko P.V. Classification and Characteristics of Alkali-Activated Cements / P.V.Krivenko, A. Fernandez-Jimenez, A. Palomo // Journal of the Ceramic Society. - Vol. 40, 1, January, 2012. - Pp. 69-75.
13. Krivenko P. Status and perspectives of alkali activated materials around the world / P. Krivenko // 10 Conference “Technologie betonu”. - Purdubice, Aula Univerzity Purdubice. - 29. brezna 2012. - Pp. 38-60.
14. Krivenko P. Repair and protection of concrete surfaces using temperature and corrosion resistant coatings / P. Krivenko, S. Guzii, E. Kavalerova, V. Petranek // Sbornik prispevku XXII Mezinarodni symposium “Sanace 2012”. - Brno, 2012. - Pp. 201-206.
15. Krivenko P.V. Aluminosilicate coatings with enhanced heat- and corrosion resistance / P.V. Krivenko, S.G. Guziy // Applied Clay Science (An International Journal on the Application and Technology of Clays and Clay Minerals): one-line presentation, <http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2012.10.010>
16. Guzii S. Low-temperature building ceramics on the basis of alkaline alumina silicate / S. Guzii, P. Krivenko, P. Rovnanik, L. Hevrivova // Internationale Baustofftagung Conference on Building Materials “18 Ibausil”. - Weimar, September 12-15, 2012. - Tagungsbericht - Band 2. - P. 2-1131 - 2-1138.
17. Krivenko P. Protection of Timber from Combustion and Burning Using Alkaline Aluminosilicate-Based Coatings / P. Krivenko P., S. Guzii, A. Kravchenko // Advanced Materials Research Vol. 688 (2013), pp 3-9 © (2013) Trans Tech Publications, Switzerland, doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.688.3
18. Guzii S. Rehabilitation of Concrete Surfaces of Hydropower Engineering Structures Deteriorated by Soft Corrosion and Cavitation / S. Guzii, R. Hela, V. Kirichok // Advanced Materials Research Vol. 688 (2013), pp 107-112 © (2013) Trans Tech Publications, Switzerland, doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.688.3
19. Бухмиров В.В. Расчет коэффициента конвективной теплоотдачи (основные критериальные уравнения) / В.В. Бухмиров. – Иваново: ИГЭУ, 2007. – 39 с.