

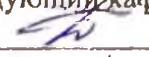
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет технологий управления и гуманитаризации

Кафедра ЮНЕСКО «Энергосбережение и возобновляемые источники энергии»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

 В.Г. Башговой

«03» 01 2020 г.

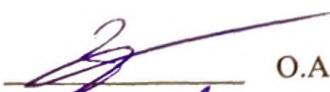
РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

«Разработка инновационной системы охлаждения аккумуляторных батарей»

Специальность 1- 36 20 01 «Низкотемпературная техника»

Специализация 1- 36 20 01 01 «Холодильные машины и установки»

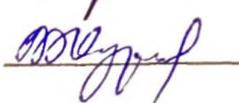
Студент-дипломник  
группы 108071-15

 О.А. Засимович

Руководитель:

 Е.Е. Шумская  
ст. преподаватель

Консультант

 А.С. Журавлёв  
к.т.н.

Консультанты:  
по разделу «Охрана труда»

 Т.П. Кот  
доц.

Ответственный за нормоконтроль:

 С.В. Климович  
ст. преподаватель

Объем проекта:  
пояснительная записка – 75 страниц;  
графическая часть – 7 листов;  
магнитные (цифровые) носители – 1 единица.

Минск 2020

## Реферат

Дипломный проект: 77 страниц, 26 рисунков, 10 таблиц, 36 источников.

Ключевые слова: СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ, ТЕПЛОВАЯ ТРУБА, ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ, АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ, СИСТЕМА ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ.

В дипломном проекте была рассмотрена технология терморегулирования аккумуляторных ионно-литиевых батарей.

В состав дипломного проекта входит литературный обзор по тематикам электромобилей и существующих систем терморегулирования аккумуляторов электромобилей. Проектирование и теоретическое обоснование инновационной системы терморегулирования аккумуляторных батарей на основе технологий Института тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси. Описание и испытание технологий, которые предполагается применять в системе терморегулирования – тепловых труб. Создание, проверка и описание экспериментальной установки для проверки работоспособности системы терморегулирования аккумуляторных батарей. Создание модели системы терморегулирования. Экспериментальная проверка работоспособности и эффективности модели. Описание и анализ результатов экспериментов.

В пояснительной записке к дипломному проекту также были приложены правила охраны труда техника-конструктора в Институте тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси. Расчетная стоимость созданной модели. Список источников, используемых при создании модели и написании пояснительной записки.

В графических материалах дипломного проекта представлены графики, отражающие результаты проведенных экспериментов, схема экспериментальной установки, а также схема созданной модели системы терморегулирования аккумуляторной батареи.

Как составляющая дипломного проекта представлена сама модель системы терморегулирования аккумулятора. Модель представляет собой полноценную систему охлаждения одной ионно-литиевой батареи, состоящую из нескольких элементов.

Результаты проверки работоспособности и эффективности модели удовлетворительны – система терморегулирования работает согласно заданному техническому заданию.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Об утверждении санитарных норм и правил «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях»: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 30 апреля 2013 г., № 33 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by>. – Дата доступа: 13.03.2018.
2. Об утверждении гигиенического норматива "Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны": постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 11 октября 2017 г., № 92 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by>. – Дата доступа: 13.02.2018.
3. ТКП 45.2.04-153-2009 (02250) «Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования».
4. Об утверждении санитарных норм и правил «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 16 ноября 2011 г., № 115 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by>. – Дата доступа: 15.02.2018.
5. Об утверждении санитарных норм и правил «Требования при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами»: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 28 июня 2013 г., № 59 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by>. – Дата доступа: 15.03.2018.
6. Об утверждении гигиенического норматива «Предельно допустимые уровни нормируемых параметров при работе с видеодисплейными терминалами и электронно-вычислительными машинами» постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 28 июня 2013 г., № 59 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by>. – Дата доступа: 15.03.2018.
7. ТКП 474-2013 (02300) Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – Минск: Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2013. – 53 с.
8. Красношлыков А.С «Теплоперенос в аккумуляторных батареях» Томск, 2019. – 22 с.
9. Weixiong Wu, Shuangfeng Wang, Wei Wu, Kai Chen, Sihui Hong, Yongxin Lai «A critical review of battery thermal performance and liquid based battery thermal management» Key laboratory of Enhanced Heat Transfer & Energy Conservation, Ministry of Education, School of Chemistry and Chemical Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, Guangdong, China, 2019 – 263 с.

11. T. A. Weustenfeld, W. Bauer-kugelmann, J. C. Menken «Heat flow rate based thermal management for electric vehicles using a secondary loop heating and cooling system» University of Braunschweig, Germany, 2019 – 15 c.
12. «Thermal Management in Vehicles with Electric Drive System» - Porsche Engineering Magazine, 2011 – 4 c.
13. Shashank Arora «Selection of thermal management system for modular battery packs of electric vehicles: A review of existing and emerging technologies» Aalto University, 2018 – 54 c.
14. Spotnitz R, Franklin J. Abuse behavior of high-power, lithium-ion cells. *Journal of Power Sources*. 2003;113:81-100.
15. Kulkarni A, Kapoor A, Arora S. Battery Packaging and System Design for an Electric Vehicle. SAE International; 2015.
16. S. Abada, Guy Marlair, A. Lecocq, M. Petit, Valérie Sauvant-Moynot, François Huet «Safety focused modeling of lithium-ion batteries: A review», 2015 – 54 c.
17. Ahmad A. Pesaran «Battery thermal models for hybrid vehicle simulations», *Journal of Power Sources*, 2002– 6 c.
18. M.A. Hannan, F.A. Azidin, A. Mohamed «Renewable and Sustainable Energy Reviews», 2014 – 16 c.
19. MacNeil DD, Larcher D, Dahn JR. Comparison of the reactivity of various carbon electrode materials with electrolyte at elevated temperature. *Journal of the Electrochemical Society*, 1999 – 622 c.
20. Arora S, Shen W, Kapoor A. Review of mechanical design and strategic placement technique of a robust battery pack for electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016 – 31 c.
21. Arora S, Kapoor A. Mechanical Design and Packaging of Battery Packs for Electric Vehicles. In: Pistoia G, Liaw B, editors. *Behaviour of Lithium-Ion Batteries in Electric Vehicles: Battery Health, Performance, Safety, and Cost*. Cham: Springer International Publishing; 2018 – 200 c.
22. Xu XM, He R. Research on the heat dissipation performance of battery pack based on forced air cooling. *Journal of Power Sources*. 2013;240:33-41.
23. Lou Y. Nickel-metal hydride battery cooling system research for hybrid electric vehicle. Shanghai Jiao Tong University, Shanghai. 2007.
24. Jaura AK, Park C-W. Battery system for automotive vehicle. Google Patents; 2007.
25. Xia G, Cao L, Bi G. A review on battery thermal management in electric vehicle application. *Journal of Power Sources*. 2017;367:90-105.
26. Kim G, Pesaran A. 22nd International Battery. Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Conference and Exhibition, Yokohama, Japan 2006.

27. Jarrett A, Kim IY. Design optimization of electric vehicle battery cooling plates for thermal performance. *Journal of Power Sources*. 2011;196:10359-68.
28. Yu SH, Sohn S, Nam JH, Kim CJ. Numerical study to examine the performance of multi-pass serpentine flow-fields for cooling plates in polymer electrolyte membrane fuel cells. *Journal of Power Sources*. 2009;194:697-703.
29. Choi J, Kim YH, Lee Y, Lee KJ, Kim Y. Numerical analysis on the performance of cooling plates in a PEFC. *J Mech Sci Technol*. 2008;22:1417-25.
30. Fisher TS, Torrance KE. Optimal shapes of fully embedded channels for conjugate cooling. *IEEE Trans Adv Packag*. 2001;24:555-62.
31. Fisher T, Torrance K. Constrained optimal duct shapes for conjugate laminar forced convection. *International journal of heat and mass transfer*. 2000;43:113-26.
32. Chen FC, Gao Z, Loutfy RO, Hecht M. Analysis of Optimal Heat Transfer in a PEM Fuel Cell Cooling Plate. *Fuel Cells*. 2003;3:181-8.
33. Jin LW, Lee PS, Kong XX, Fan Y, Chou SK. Ultra-thin minichannel LCP for EV battery thermal management. *Applied Energy*. 2014;113:1786-94.
34. Saw LH, Poon HM, Thiam HS, Cai Z, Chong WT, Pambudi NA, et al. Novel thermal management system using mist cooling for lithium-ion battery packs. *Applied Energy*. 2018;223:146-58.
35. Wu MS, Liu KH, Wang YY, Wan CC. Heat dissipation design for lithium-ion batteries. *Journal of Power Sources*. 2002;109:160-6.
36. Sergii Khairnasov, Alyona Naumova. Heat pipes application in electronics thermal control systems. 2015 – 19 c.