

SOME SCHEMATICS OF USE OF HYDRIDE DEVICES IN THE AUTOMOBILE

Shanin Yu.I.*

FSUE SRI SIA "Luch"

Zheleznodorozhnaya 24, Moscow region, Podolsk, Russia, 142100

Introduction

Hydrogen - most perspective future fuel. The hydrogen ecological is pure, has good motor properties and its reserves at ocean practically are unlimited. A main direction of activities on introduction of hydrogenous technologies for a transport - creation of automobiles with fuel cells (FC) because of electrolytes hard polymer (PEM FC) and electric drive, automobiles with a CE and automobiles with a hybrid propulsion system /1/. The use of hydrogen in a CE (as the component to fuel) allows to increase fuel profitability and to reduce a toxicity exhaust.

Tens demonstration exemplar of various models automobiles are created is. The demonstration auto run of hydrogenous automobiles are calculated in hundreds thousands of kilometers /1/.

The metal hydride technology already today successfully enter into a market. In basic it is NiMeH_y of the batteries and accumulators. Now in many countries the compact safe systems of hydrides storage of hydrogen /1/ are issue, the new alloys-storages of hydrogen are created.

The steady tendency to use of hydrogen in a truck and the large thermal losses a CE can promote broad distribution of hydride technology in motor industry.

Results and discussion

Problems connected to application of hydrogen as a fuel for a CE /2 /, and for various hydride devices /3/ were considered earlier. The hydride technology can be applied to a realization of the following devices in the automobile:

1. Accumulator of hydrogen;
2. Hydride compressor (HC) for increase of hydrogen pressure level;
3. Hydride heat pump (HHP) for generation of a cold using overflow heat a CE;
4. Launching device for a preliminary warm-up of the cold engine;
5. Accumulator batteries.

The accumulation of hydrogen in reversible metal hydrides for today is most technically realizabled direction.

In paper the basic technical problems connected to accumulation of hydrogen are designated. The preliminary selection of hydrides for accumulation of hydrogen can be made with the help of computer programs /3,4/. The capabilities of the range extension of used hydrides are considered by increase of their pressure in a HC.

Overflow heat a CE can serve for the drive a HC and HHP. Excessive heat in a CE will be rejected with exhaust gases (temperature 150-450°C) and is transmitted in atmosphere from fluid cooling the engine (temperature 90-110°C). If we have two levels of temperature - high (100-200°C) and mean (20-50°C), the hydrides can be selected, using which in a HHP, obtaining negative temperatures in from -5 up to -50°C with /3,4/ is possible. A HHP - device of a periodic operation which is not have of driving parts (in a hydrogen channel). On obtaining of a cold the useful power of the engine is not expended.

In article the aspects of a technical realization a HHP for the automobile are considered. The experience of development of heat pumps experimental models is supplemented by a capability of alternative calculations of activity a HHP with the help of computer programs complex. The problems connected to carry of results obtained for the model installations on experimental samples a HHP are considered:

1) With use of heat from combustion product of liquid fuel with temperature 180-200°C (imitating operation of an exhaust system a CE) for cooling of an air in the refrigerating chamber up to a minus 3°C at periodic operational mode of the installation.

Because of this experimental model the design concept of the refrigerator installation of a continuous operation (drum-type) with the gas heat-carrier is offered. The hydrides are offered and the technical parameters of the refrigerator with output of 2 kW are appreciated.

2) With use as a power source of a heated water with temperature 80-90°C. On a cold part a HHP the use of antifreeze has allowed to receive

* e-mail: svi@luch.podolsk.ru; fax: 7(096)634582

temperature up to a minus 5°C. As a high-temperature hydride LaNi_5H_x was used, as a low-temperature hydride - $\text{MmNi}_{4.15}\text{Fe}_{0.85}\text{H}_y$. The mean output on a cold of an experimental model of the installation has made 550-660 W.

The obtained results were simulated to the device of the conditioner on the automobile, where as a source of a heat it is supposed to use fluid cooling a CE. Its temperature level in 100-110°C allows to calculate on obtaining of low temperature for a level -15°C. Thus the conditioner cooling can achieve 1-3 kW and temperature of a cold air 0-10°C.

At creation a similar HHP there are no basic difficulties with transition to cheaper initial materials for hydrides (because of FeTi of alloys).

Improving of the characteristics the HHP is possible to achieve, applying a two-stage cycle /5/. Thus the number of hydrides is increased up to three, and temperature is reduced in relation to a single-stage cycle on 10-15°C.

To hydride materials a HHP should be presented requirement cyclical stability. The basic complexities on introduction a HHP are connected to their design. Because cycle-after-cycle process of a hydrogen sorption/desorption by hydrides it is necessary periodically to heat up and to cool sorption devices. The activity of the device at two levels of temperature results in a complex control system of heat-carrier flows. Therefore contradictory requirements are put extended to heat exchangers. On the one hand it is necessary to organize sufficient heat transfer from hydride beds to external heat-carriers, on the other hand it is necessary to minimize quantity of the heat-carrier located in a contact to hydride beds. The simplification of a design a HHP will promote it use in the automobile.

In a cold season for start-up a CE the energy selected at an absorption of hydrogen by a hydride can be used. To have two balloons with a hydride of a different chemical structure jointed pipeline through the valve enough. One from hydrides is saturated by hydrogen at high pressure other has not hydrogen and to be at low pressure. At opening of the valve the hydrogen has directed in a balloon with a hydride at low concentration of hydrogen.

Thus temperature of this ballon is increased and selected heat with the help of heat exchanger can be used for a heating a CE.

In article the capability of application of a launching device is considered, which heat exchangers are offered to be fixed or in a channel of fluid cooling a CE or in oil lines.

It is enough of allocated heat to increase temperature of motor oil or antifreeze. After start-up and warm-up of the engine the launching hydride device with the help of overflow heat can be adduced in an initial condition before the following use.

The technology a nickel - metal hydride of batteries heavily is developed all over the world and here is not considered.

Conclusions

The problems of introduction of hydrides in motor industry are connected to limitations of hydrides.

The problems of a technical realization of hydride devices are solvable and require further development.

Reference

1. Malysenko SP, Pekhota FN. Today and tomorrow of hydrogenous power engineering. - *Energia*, 2003, N 1, p.2-8 (in Russian).
2. Mishchenko AI. Application of hydrogen for automobile engines. - Kiev: Naukova Dumka, 1984.- 143 p. (in Russian).
3. Shanin YI Use of hydride devices in a vehicle. In: Veziroglu TN, Zaginaichenko SY, Schur DV, Trefilov VI editors. *Hydrogen Materials Science and Chemistry of Metal Hydrides*. NATO science series. Series II: Mathematics, Physics and Chemistry - Vol.82, 2002. P.313-320.
4. Shanin YI. Selection of hydrides for automobile hydride devices. - *Int. Scientific J. for Alternative Energy and Ecology*, 2002, 3, p.50-53 (in Russian)
5. Shanin YI. Choice of hydrides for two-stage metal hydride chemical heat pumps. - In the collection of thesis's 6-th inter. conf. "Hydrogen materials science and chemistry of metal hydrides", ICHMS'97, Ukraine, Yalta, 02-08 September 1997, p.256.

НЕКОТОРЫЕ СХЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРИДНЫХ УСТРОЙСТВ В АВТОМОБИЛЕ

Шанин Ю.И. *

ФГУП "НИИ НПО Луч"

142100, Россия, Подольск, Мо, Железнодорожная, 24

Введение

Водород - наиболее перспективное топливо будущего. Водород экологически чист, имеет хорошие моторные свойства и его запасы в океане практически неограничены. Основное направление работ по внедрению водородных технологий для автотранспорта - создание автомобилей с топливными элементами (ТЭ) на основе твердополимерных электролитов (РЕМ FC) и электроприводом, автомобилей с ДВС и автомобилей с гибридной двигательной установкой /1/. Использование водорода в ДВС (в качестве добавки к топливу) позволяет увеличить топливную экономичность и уменьшить токсичность отработанных газов.

Созданы десятки демонстрационных образцов автомобилей различных моделей. Демонстрационные автопробеги водородных автомобилей исчисляются сотнями тысяч километров /1/.

Металлогидридные технологии уже сегодня успешно выходят на рынок. В основном это NiMeHy батареи и аккумуляторы. В настоящее время во многих странах выпускаются компактные безопасные системы хранения водорода на основе гидридов /1/, создаются новые сплавы- накопители водорода.

Устойчивая тенденция к использованию водорода в автотранспорте и большие тепловые потери ДВС могут способствовать широкому распространению гидридных технологий в автомобилестроении.

Результаты и обсуждение

Ранее были рассмотрены вопросы, связанные с применением водорода как в качестве топлива для ДВС /2/, так и для различных гидридных устройств /3/. Гидридные технологии можно применять для реализации следующих устройств в автомобиле:

1. Аккумулятора водорода;
2. Гидридного компрессора (ГК) для повышения уровня давления водорода;
3. Гидридного теплового насоса (ГТН) для генерации холода, используя сбросное тепло ДВС;

4. Пускового устройства для предварительного прогрева холодного двигателя;
5. Аккумуляторных батарей.

Аккумулятирование водорода в обратимых металлогидридах на сегодняшний день является наиболее технически реализуемым направлением.

В работе обозначены основные технические проблемы, связанные с аккумулятированием водорода. Предварительный выбор гидридов для аккумулятирования водорода может быть сделан с помощью компьютерных программ /3,4/. Рассмотрены возможности расширения диапазона применяемых гидридов путем повышения их давления в ГК.

Сбросное тепло ДВС может послужить для привода ГК и ГТН. Излишнее тепло в ДВС выбрасывается с выхлопными газами (температура 150-450°C) и передается в атмосферу от охлаждающей двигатель жидкости (температура 90-110°C). Если мы имеем два уровня температуры - высокий (100-200°C) и средний (20-50°C), то могут быть подобраны гидриды, используя которые в ГТН, возможно получение отрицательных температур в от -5 до -50°C /3,4/. ГТН - устройство периодического действия, не имеющего приводных частей (в тракте водорода). На получение холода не затрачивается полезная мощность двигателя.

В работе рассмотрены аспекты технической реализации ГТН для автомобиля. Опыт разработки макетов тепловых насосов дополнен возможностью вариантных расчетов работы ГТН с помощью комплекса компьютерных программ. Рассмотрены вопросы, связанные с переносом результатов, полученных для модельных установок, на экспериментальные образцы ГТН:

- 1) С использованием тепла от продуктов сгорания жидкого топлива с температурой 180-200°C (имитирующими работу выхлопной системы ДВС) для охлаждения воздуха в холодильной камере до минус 3°C при периодическом режиме работы установки.

* e-mail: svi@luch.podolsk.ru; fax: 7(096)634582

На основе этого макета предлагается конструктивная схема рефрижераторной установки непрерывного действия (барабанного типа) с газовым теплоносителем. Предложены гидриды и оценены технические параметры рефрижератора с производительностью 2 кВт.

2) С использованием в качестве источника энергии подогретой воды с температурой 80-90°C. На холодной части ГТН использование антифриза позволило получить температуру до минус 5 °С. В качестве высокотемпературного гидрида использовался LaNi_5H_x , в качестве низкотемпературного гидрида - $\text{MmNi}_{4.15}\text{Fe}_{0.85}\text{H}_y$. Средняя производительность по холоду макета установки составила 550-660 Вт.

Полученные результаты были смоделированы к устройству кондиционера на автомобиле, где в качестве источника теплоты предполагается использовать охлаждающую ДВС жидкость. Уровень ее температуры в 100-110°C позволяет рассчитывать на получение низкой температуры на уровне -15°C. При этом холодопроизводительность кондиционера может достигать 1-3 кВт и температуре холодного воздуха 0-10°C.

При создании подобных ГТН нет принципиальных трудностей с переходом на более дешевые исходные материалы для гидридов (на основе FeTi сплавов).

Улучшения характеристик ГТН можно добиться, применяя двухступенчатый цикл /5/. При этом число гидридов увеличивается до трех, а температура снижается по отношению к одноступенчатому циклу на 10-15°C.

К гидридным материалам ГТН предъявляться требование циклической стойкости. Основные сложности по внедрению ГТН связаны с их конструктивным исполнением. Из-за цикличности процесса сорбции / десорбции водорода гидридами приходится периодически нагревать и охлаждать сорбционные устройства. Работа устройства на двух уровнях температуры приводит к сложной системе управления потоками теплоносителя. Поэтому противоречивые требования выдвигаются к теплообменникам. С одной стороны необходимо организовать достаточную теплопередачу от гидридных слоев к внешним теплоносителям, с другой стороны необходимо минимизировать количество теплоносителя, находящегося в контакте с гидридными слоями. Упрощение конструкции ГТН будет способствовать его использованию в автомобиле.

В холодное время года для запуска ДВС может быть использована энергия,

выделяющаяся при поглощении водорода гидридом. Достаточно иметь два баллона с гидридом разного химического состава, соединенных трубопроводом через клапан. Один из гидридов насыщен водородом при высоком давлении, другой не имеет водорода и находится при низком давлении. При открытии клапана водород устремился в баллон с гидридом при низкой концентрации водорода. При этом температура этого баллона повышается и выделившееся тепло с помощью теплообменника может быть использовано для подогрева ДВС.

В работе рассматривается возможность применения пускового устройства, теплообменники которого предлагается вделывать либо в тракт охлаждающей ДВС жидкости, либо в масляные магистрали.

Выделившегося тепла достаточно, чтобы повысить температуру моторного масла или антифриза. После запуска и прогрева двигателя пусковое гидридное устройство с помощью сбросного тепла может быть приведено в исходное состояние до следующего употребления.

Технология никель-металлогидридных батарей интенсивно разрабатывается во всем мире и здесь не рассматривается.

Выводы

Проблемы внедрения гидридов в автотранспорт связаны с недостатками гидридов.

Вопросы технической реализации гидридных устройств разрешимы и требуют дальнейшей разработки.

Литература

6. Мальшенко С.П., Пехота Ф.Н. Сегодня и завтра водородной энергетики. - Энергия, 2003, №1, с.2-8.
7. Мищенко А.И. Применение водорода для автомобильных двигателей. - Киев: Наук. думка, 1984.- 143 с.
8. Shanin YI Use of hydride devices in a vehicle. In: Veziroglu TN, Zaginaichenko SY, Schur DV, Trefilov VI editors. Hydrogen Materials Science and Chemistry of Metal Hydrides. NATO science series. Series II: Mathematics, Physics and Chemistry - Vol.82, 2002. P.313-320.
9. Шанин Ю.И. Выбор гидридов для автомобильных гидридных устройств. - Альтернативная энергетика и экология, 2002, №3, с.50-53.
10. Шанин Ю.И. Выбор гидридов для двухступенчатых металлогидридных химических тепловых насосов. - В сб. тезисов 5-ой международной конференции "Водородное материаловедение и химия гидридов металлов", ICHMS'97. Украина, Ялта, 02-08 сентября 1997, с.256.