



ЕКОЛОГИЧЕН ТРАНСПОРТ – КАКВО Е ХИДРЕИЛ?

Миглена Славова^{1,2}
m Slavova@iees.bas.bg

¹Катедра МЕМХ, ВТУ“Тодор Каблешков“, София, 1574, ул. “Гео Милев” 158,
²Институт по електрохимия и енергийни системи – БАН,
ул. “Акад. Георги Бончев”, бл.10, София, 1113,
БЪЛГАРИЯ

Ключови думи: хидреил, горивни клетки, водород, релсови превозни средства

Резюме: Хидреил е родово наименование, описващо всички форми на релсови превозни средства, които използват водород като източник на енергия. Хидреил превозните средства използват горивни клетки, в които става превръщане на химическата енергия на водорода в електрическа при свързването му с кислород. Потенциалните приложения на хидреил включват всички видове железопътен транспорт: пътнически, товарен и лек железопътен транспорт, железопътен минен транспорт, промишлени железопътни системи, трамваи, както и специални железопътни превозни средства в паркове и музеи.

През 2012 г. са произведени първите търговски хидреил превозни средства - пет 3,6 тонни водородни локомотива Little Workhorse, предназначени за рудници в Република Южна Африка. През октомври 2017 г. в провинция Хъбей в Тяншан е пуснат в търговска експлоатация произведеният в Китай трамвай, задвижван от горивни клетки. През септември 2018 г. първият в света търговско-пътнически влак, задвижван с водород, потегли в Долна Саксония, Германия.

„Хидреил“:

Купуването на жилище в непосредствена близост до железопътна линия в близко бъдеще може да не е толкова лоша идея. Най-новите изследвания и разработки насочат бъдещето към влакове без електрически кабели, които не отделят нищо по-вредно от вода.

„Хидреил“ е родово наименование, описващо всички форми на релсови превозни средства, които използват водород като източник на енергия.[1] Хидреил превозните средства са снабдени с горивни клетки. Често наричана миниатюрна химическа фабрика, горивните клетки произвеждат електричество от химическа реакция между водород и кислород, като магията се случва в самото превозно средство. [2-7] Хидреил превозните средства обикновено са хибридни, т.е. в комбинация с горивни клетки използват и батерии или супер кондензатори. Потенциалните приложения на хидреил включват всички видове железопътен транспорт: пътнически, товарен и лек железопътен транспорт, релсови вагонетки за обслужване на мини, промишлени железопътни системи, трамваи, както и специални железопътни влакчета в паркове и музеи. Терминът хидреил е споменат за първи път на 22 август 2003 г. в

покана за презентация в Центъра по транспортни системи на САЩ в Кембридж, Масачузетс. Там Стан Томпсън, бивш футурист и стратегически плановик в американската телекомуникационна компания АТ&Т, представя презентация, озаглавена „Moorestville Hydrail Initiative“ [8]. Терминът се появява за първи път в научна статия през 2006 г. [9] От 2005 г. се провеждат ежегодни международни конференции по хидреил, организирани от Държавния университет на Апалачите и Търговската камара в Мурсвил. Конференциите имат за цел да обединят учени, инженери, бизнес лидери, индустриални експерти и оператори, които работят или използват технологията по целия свят. Целта е да се ускори внедряването на технологията поради причини, свързани с околната среда, климата, енергийната сигурност и икономическото развитие. Водещи на тези конференции са национални и държавни агенции от САЩ, Австрия, Канада, Китай, Дания, Германия, Франция, Италия, Япония, Корея, Русия, Турция, Англия и др. Въпреки, че в първите години на тези конференции до голяма степен доминират академични разработки, на конференцията 2018 г. повечето от лекторите са от предприятия, свързани с хидреил - сигурен знак, че технологията е все по-актуална. През 2010 г., както горивните клетки, така и оборудването за производство на водород са поети от няколко транспортни оператора в различни страни, като Китай, Германия, Япония, Тайван, Англия и САЩ. [10] Много от тези технологии могат да бъдат приложени към хидреил превозни средства, както и за други видове транспорт. [11]

Демонстративни разработки:

Първият прототип на локомотив задвижван с горивни клетки е тестван през 2010г. Той е разработен от Инженерният корпус на американската армия, като за целта дизелов локомотив е преработен във водороден. 300 kW от необходимата електроенергия, за задвижване на 130-тонния локомотив, се доставя от водородни горивни клетки. Работата по локомотива продължава от 2007 до 2009 г. [12]

Година по-късно китайският университет South West Jitong представя 45-тонен водороден локомотив, задвижван с горивна клетка от 150 kW. [13]

В университета в Бирмингам, Англия през 2012 г. е произведен първият хибриден локомотив, захранван с водород и батерии. Това е 10-инчов локомотив с горивна клетка от 1,1 kW, допълнена с батерии, за да се получи обща мощност от 4,4 kW. По-късно същата година Университетът представя локомотива на изложението, по време на домакинството на седмата конференция Hydrail. (Фиг.1)



Фигура 1. Първият локомотив с водно задвижване на Великобритания, 2012

Източната японска железопътна компания представи първият в света хидреил прототип, задвижван от две горивни клетки по 95 kW. В случая става дума за хибриден прототип на водороден влак на Японските железници, задвижван чрез горивни клетки на пода на мотрисата, захранвани от четири водородни резервоара под пода. [14] Горивните клетки осигуряват на всеки влак свой собствен източник на енергия, като премахват нуждата от надземни електропроводи, намалявайки разходите за поддръжка. Горивни клетки в мотрисата са комбинирани с литиево-йонна батерия за допълнителна мощност. Единственият страничен продукт от експлоатацията на влака е вода. [15] Пробният пробег на прототипа в Кокубунджи, Токио е направен през август 2017.

Въздушните електропроводи в Япония ефективно могат да доставят до 1000 V електричество, но Японските железници разполагат с над 4000 км железопътни линии, повечето обслужвани от влакове, захранвани от тези електропроводи, с изключение на железопътните линии без електричество. Проблемите по тази огромна мрежа водят до спиране на превозите поради недостиг на електричество. Този проблем може да се разреши, като конвенционалните влакове се заменят с такива с горивни клетки. Японският проект за влак с горивни клетки стартира в началото на 2000 г., като преди въвеждането му в търговска употреба предстоят последни тестове с пътници. Очаква се първите влакове с горивни клетки от производствения модел да обслужват селските райони, като заменят съществуващите дизелови влакове. [16]

Влаковете с горивни клетки, чрез облекчаване на проблемите с електрозахранването, могат да помогнат за намаляване и на разходите за поддръжка, които съставляват 20-30% от оперативните разходи на железопътните компании.

Реалност:

През 2012 г. фирма Ballard сътрудничи в производството на пет 3,6 тонни водородни локомотива Little Workhorse, предназначени за рудници в Република Южна Африка, задвижвани с горивни клетки по 17kW. Това са първите търговски хидреил превозни средства (фиг. 2).



Фигура 2. Little Workhorse

През октомври 2017 в град Фошан в провинция Гуандун в Южен Китай потеглиха 8 трамвайни мотриси, задвижвани с водород и произведени от CRRC Qingdao Sifang Co. Трамваите да се движат по 17,4 км маршрут с 20 станции. [17] Всяко превозно средство е проектирано да превозва 285 пътника с максимална скорост от 70 км/ч. Тъй като водата е единствената му емисия, трамваите не излъчват никакви вредни емисии. Път за новото превозно средство е построен в седем китайски града. Китай планира да изхарчи 200 милиарда юана (32 милиарда долара) до 2020 г., за увеличаване на трасето до над 2000 км. [18] Разстоянието между пода на трамвая и релсата е само 35

сантиметра, благодарение на най-новата нископодова технология, която може да премахне платформите на станции и по този начин прави качването лесно за пътниците. Мотрисите се зареждат с водород за 15 минути. [19]

През септември 2018 г. първите в света два търговско-пътнически влака, задвижвани с водород, потеглиха в Долна Саксония, Германия. Френската компания Alstom разработи влаковете Coradia iLint, които не отделят въглероден диоксид.



Фигура 3. Alstom Coradia iLint, Долна Саксония, Германия, септември 2018 г.

Coradia iLint е хибридно устройство с 200 kW горивна клетка и 225kW литиево-йонна тягова акумулаторна батерия, която съхранява излишната енергия на горивните клетки и възстановява енергията на спиране. Това се управлява от системата за контрол на сцеплението на iLint, която гарантира, че горивната клетка работи оптимално и осигурява пиково съотношение мощност-тегло от 8 kW / тон. На всяка мотриса са разположени горивни клетки и покривни резервоари, които съхраняват 99 кг водород при 350 бара, като консумацията е около 0.3 кг/км, което дава обхват от 600 км при скорост до 140 км/ч. [20] Зареждането с гориво отнема 15 минути.



Фигура 4. Устройство на Alstom Coradia iLint

До 2021 г. в експлоатация в провинция Долна Саксония трябва да влязат още 14 влака от този тип. [21]

Заклучение:

Хидреил технологията е от голямо значение, защото транспортът е един от секторите с най-голям принос за замърсяването на въздуха и парниковия ефект на Земята. Новото поколение влакове са с нулеви емисии и са много привлекателни, заради по-тихото си движение, опазването на природата и възможността да обслужват неелектрифицирани железопътни линии.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1.] E Morgan, *Int. Railway J.*, 48/9 (2008)40
- [2.] D Graham-Rowe, *Nature* 454, 1036-1037 (2008), doi:10.1038/4541036a
- [3.] JR Minkel, *IEEE Spectrum*, 43/8 (2006), DOI: 10.1109/MSPEC.2006.1665046

- [4.] WD Jones, *IEEE Spectrum*, 46/9 (2009), DOI: 10.1109/MSPEC.2009.5210050
- [5.] WD Jones, *IEEE Spectrum*, 43/8 (2006), DOI: 10.1109/MSPEC.2006.1665045
- [6.] MA Delucchi, MZ Jacobson, *Energy Policy*, 39/3 (2011) 1170-1190, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.11.045>
- [7.] GD Marin, GF Naterer, K Gabriel, *Int. J. Hydr. Energy*, 35/12 (2010) 6097-6107, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2010.03.095>
- [8.] S Thompson, *The Mooresville, NC Hydrail Initiative* (2019): <https://hydrail.appstate.edu/node/44>
- [9.] WD Jones, *IEEE Spectrum*, 8 (2006)
- [10.] D Shirres, *railengineer.uk*, (2018)
- [11.] MG Pandev, DE Vladikova, P Lucchesse, KL Angelieva, BI Abrashev, ZB Stoynov, *Bulg. Chem. Comm.*, 49C (2017) 84
- [12.] D Shirres, *Rail Eng.*, 1 (2018)
- [13.] MH Akhoundzadeh, K Raahemifar, S Panchal, E Samadani, E Haghi, R Fraser, M Fowler, *World Electr. Veh. J.* 10/2 (2019)32; <https://doi.org/10.3390/wevj10020032>
- [14.] B Abrashev, T Spassov, M Pandev, S Vassilev, A Popov, *Bulg. Chem. Comm.*, 49(2017)247
- [15.] B Abrashev, S Bliznakov, A Popov, *NATO Science Series, II Mathematics, Physics*, 6/223 (2006) 463
- [16.] K Iwamoto, *Asian Rev.*, 12 (2017)
- [17.] E O'Dowd, *SmartRail World*, 12 (2017)
- [18.] M Slavova, *Механика, Транспорт, Комуникации*, 15/3 (2017) <http://mtc-aj.com/library/1481.pdf>
- [19.] Y Yi, *Xinhuanet*, 10/27 (2017)
- [20.] D Shirres, *Prof. Eng. Magazine*, 4 (2019)
- [21.] <https://www.alstom.com/press-releases-news/2018/9/world-premiere-alstoms-hydrogen-trains-enter-passenger-service-lower>

ECOLOGICAL TRANSPORT - WHAT IS HYDRAIL?

Miglena Slavova^{1,2}
m Slavova@iees.bas.bg

¹*Kableshkov University of Transport, Sofia, 158 Geo Milev Str., Sofia,*

²*Institute of Electrochemistry and Energy Sytems – BAS, Sofia,*
BULGARIA

Key words: *hydrail, fuel cells, hydrogen, rail vehicles*

Abstract: *Hydrail is a generic name describing all forms of rail vehicles that use hydrogen as an energy source. Hydrail vehicles convert the chemical energy of hydrogen into electrical when hydrogen is connected with oxygen. Potential applications of hydrail include all types of rail transport: passenger and freight rail, light rail, rail mining, industrial rail systems, trams, special railway vehicles in parks and museums.*

In 2012, the first commercial hWorkhorse diesel locomotives designed for mines hydrail vehicles were produced - five 3.6-tonne Little Workhorse hydrogen locomotives designed for mines in the Republic of South Africa. On October 2017 in Hebei province in Tangshan, the tramway powered by hydrogen fuel cells was launched in commercial operation. In September 2018, the world's first hydrogen-powered merchant-passenger train headed off in Lower Saxony, Germany.