



## Применение накопителей энергии на железнодорожном подвижном составе

Заместитель главного инженера АО «ВНИКТИ»  
**ЖУРАВЛЁВ Сергей Николаевич**

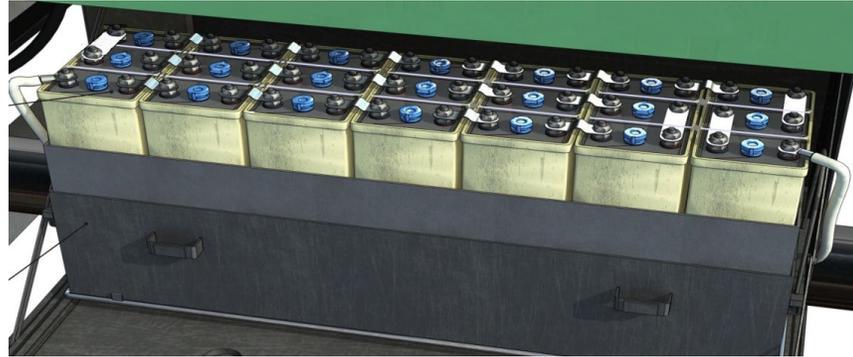
11 апреля 2023 г.

# Направления внедрения гибридной технологии на локомотивах и электропоездах

Применение накопителей энергии		Преимущества
Гибридные локомотивы		Существенное снижение расхода электроэнергии, снижение мощности силовой установки, высокий процент утилизации энергии торможения.
Аккумуляторный ПС		Улучшение экологических показателей, снижение эксплуатационных затрат
Системы ресурсосбережения		Снижение расхода топлива, улучшение экологических показателей, снижение мощности силовой установки, снижение эксплуатационных затрат

# Виды накопителей и нетрадиционных источников энергии для применения в гибридной технологии

Щелочные никель-кадмиевые батареи



Литий-ионные батареи



Суперконденсаторы



# Система автоматического запуска-остановки дизеля тепловоза (САЗДТ)

САЗДТ предназначена для поддержания температуры теплоносителей дизеля путем периодических запусков, работы и выход на повышенную позицию дизеля, облегчения запуска накопителем энергии, прокачки охлаждающей жидкости при остановленном дизеле.

## Потребительские свойства:

- экономия топлива за счет сокращения времени работы дизеля на холостом ходу и увеличения времени заглушенного состояния дизеля;
  - снижение нагрузки на аккумуляторную батарею тепловоза во время запуска;
  - помощь накопителем при штатном запуске дизеля машинистом;
  - слежение за состоянием аккумуляторной батареи тепловоза;
  - прокачка охлаждающей жидкости при остановленном дизеле в горячем, холодном контурах и калорифере кабины;
  - управление зарядом/разрядом накопителя энергии;
  - проведение самодиагностики системы;
- И другие

## Основные составляющие эффекта применения:

- снижение расхода топлива за счет уменьшения горячего простоя в холодный период;
- продление срока службы штатных АКБ за счет функции конденсаторного запуска дизеля;
- продление ресурса дизеля за счет выхода в режим «прожиг» - высокие позиции при прогреве;
- поддержка комфортной температуры в кабине при работе системы.



## Технические характеристики

Наименование параметра	Бортовое питание	
	75В	110В
Количество конденсаторов, шт	1	1
Напряжение заряда номинальное, В	75	110
Напряжение заряда предельное, В	85	125
Электрическая ёмкость, Ф	25	9
Ток заряда конденсатора, А	50-200	50-200
Ток пусковой, А	500-2000	500-2000

# Локомотив маневровый аккумуляторный



## Применение аккумуляторного локомотива обеспечивает:

- Минимальный уровень внешнего шума
- Отсутствие токсичных выбросов в атмосферу производственных помещений
- Сокращение эксплуатационных расходов на ремонт дизеля и его систем
- Экономия эксплуатационных расходов на дизельное топливо и масло дизеля

## Технические характеристики

Параметр	Значение
Формула ходовой части	10-1-10+10-1-10
Масса локомотива, т	96 ± 3%
Мощность тяговая, кВт	123
Сила тяги, кН: - максимальная при трогании с места - часового режима	160 30
Скорость, км/ч: - конструкционная по экипажу - часовая - в режиме поддержания скорости	80 8 1,0 ... 5,0
Энергоисточник тяговой передачи	щелочная никель-кадмиевая аккумуляторная батарея
Напряжение бортовой сети, В	
Время заряда батареи, ч, не более (Зарядка от деповской сети переменного тока 380 В, 50 Гц)	8
Радиус действия локомотива на площадке, км: - без состава - с составом 1000 т на площадке	300 41,5



## Применение тягового аккумуляторного модуля обеспечивает:

- Отсутствие эксплуатационных расходов на ремонт дизеля и его систем;
- Отсутствие эксплуатационных расходов на дизельное топливо и масло дизеля;
- Минимальный уровень внешнего шума;
- Отсутствие токсичных выбросов в атмосферу производственных помещений.

## Технические характеристики

Параметр	Значение
Формула ходовой части	10-10
Служебная масса модуля, т	32 ± 5%
Мощность тяговая, кВт	48
Сила тяги, кН: -максимальная при трогании с места -расчетного режима	88,2 39,7
Скорость, км/ч: -максимальная при одиночном следовании -расчетного режима	25 5
Энергоисточник тяговой передачи	щелочная никель-кадмиевая аккумуляторная батарея
Напряжение бортовой сети, В	96
Время заряда аккумуляторной батареи, ч не более	8
Зарядка от сети переменного тока	380 В, 50 Гц
Радиус действия локомотива на площадке с составом 300 т, км	30



ЭМТМ предназначена для выполнения маневровых работ на путях необщего пользования - транспортирование рельсового подвижного состава (тягового и несамоходного), а также тяжелых грузов по цеховым и межцеховым транспортным железнодорожным путям предприятия, в том числе выполнение маневровых работ на трансбордере и поворотном круге.

Наименование показателя	Значение
Приводные электромоторы	количество: 4
Свинцово-кислотные / литий-йонные аккумуляторы	напряжение 48 V
Рельсовые направляющие	ширина колеи: 1520 мм
Оборудование для обеспечения безопасности	проблесковый маячок, 4 фонаря освещения, кнопки аварийного выключения, предупредительный звуковой сигнал
Колёса	резиново-бандажные. Диаметр 500 мм, ширина 140 мм
Радиоуправление	макс. дистанция управления: в цехе/помещении до 150-200 м, на открытой площадке до 200-300 м
Панель приборов	многофункциональный дисплей с возможностью параметрирования и диагностики
Прицепной вес	до 250 тонн
Размеры (Д x Ш x В) *со сцепным устройством	прим. 2350 (*2850 мм) x 2000 x 690 (*1485 мм)
Масса	4100 кг

# Магистральный газотурбовоз ГТ1h-002



ВНИКТИ



Блок аккумуляторный

## Основные конструктивные особенности

- Гибридная силовая энергетическая установка с накопителями электрической энергии (тяговая АКБ)
- Система газоподготовки повышенной пожаро-взрывобезопасности

11.04.2023

## Технические характеристики

Мощность, кВт	8500
Количество тяговых осей	16
Сила тяги длительного режима, кН	700
Запас топлива, т	20
Запас хода без дозаправки, км	1000

Тяговая батарея номинальным напряжением 480В предназначена для питания вспомогательного оборудования (компрессоров, электроклапанов и т.д.), заряда бортовой аккумуляторной батареи и двух тяговых электродвигателей при неработающем газотурбинном двигателе. Батарея расположена в едином, съёмном контейнере. Контейнер, разделён на 12 ячеек и расположен под рамой тяговой секции.

## Основные технические характеристики тяговой аккумуляторной батареи

Тип элемента батареи	SSK 7SEA-4b-2
Номинальная емкость батареи С, при 5-часовом режиме разряда, Ач	700
Количество аккумуляторов, шт	240
Номинальный разрядный ток, А	140
Номинальный ток заряда, А	105
Габариты аккумулятора, д×ш×в, мм	157,5×125×665
Масса аккумулятора с электролитом, кг	39,5



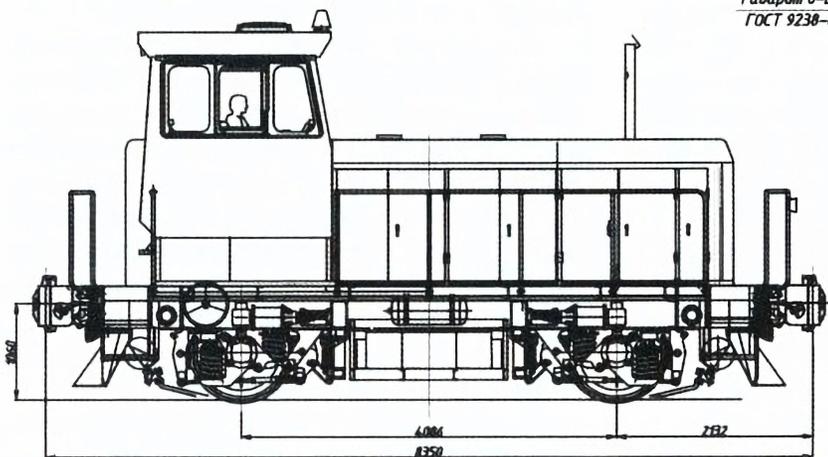
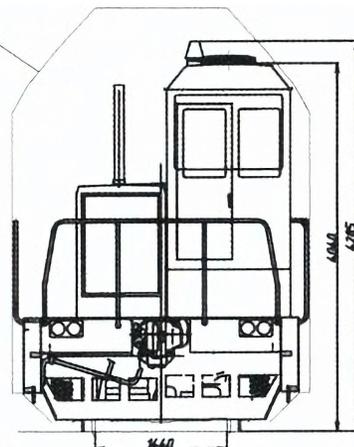
**ЛГМ1** — маневровый тепловоз с гибридной тягой от аккумулятора и дизельного двигателя. Способствует экономии расхода топлива на 40% и вредных выбросов в атмосферу. Предназначен для выполнения лёгких маневровых и хозяйственных работ на путях колеи 1520 мм промышленных предприятий и железнодорожных станций. Разработан и изготовлен НПП «Полёт» (г. Обнинск Калужской обл.).

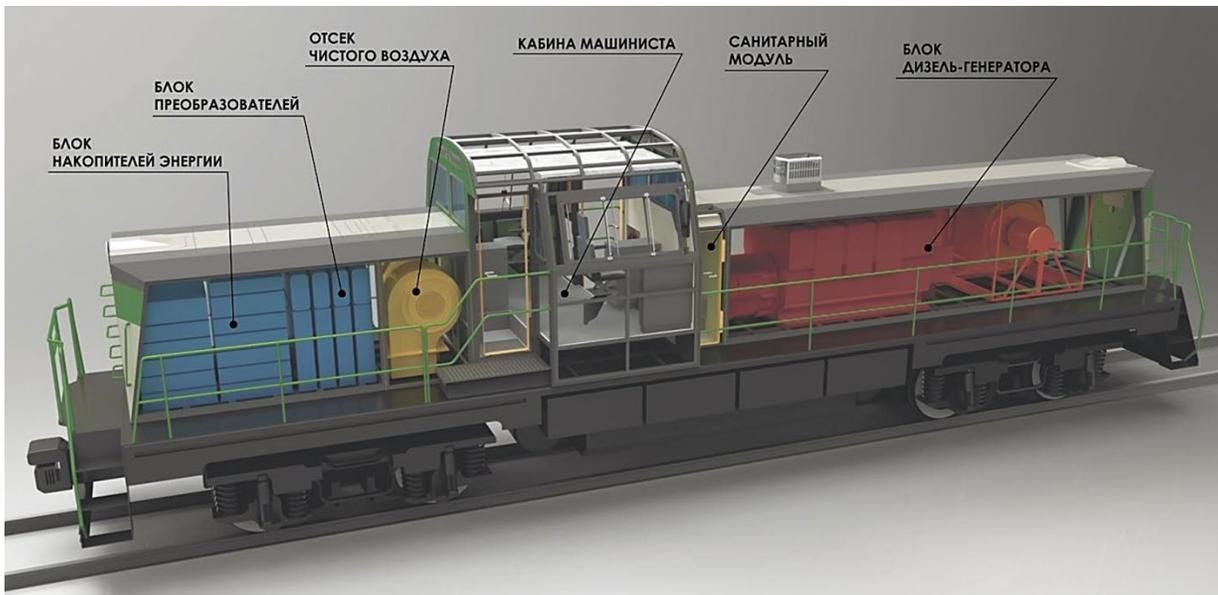
В компоновке локомотива применен блочно-модульный принцип установки оборудования. Всё оборудование, сгруппированное в блоки и модули, монтируется на раме локомотива.

### Технические характеристики:

- **Тип** — маневровый;
- **Осевая формула** —  $1_0-1_0$ ;
- **Высота** — 4040 мм;
- **Длина** — 8350 мм;
- **Ширина** — 3194 мм;
- **Служебная масса** — 36 т;
- **Конструкционная скорость** — 80 км/ч;
- **Минимальный радиус прохождения кривых** — 50 м;
- **Мощность двигателя** — 381 л.с.;
- **Мощность аккумулятора** — 220 кВт;
- **Мощность ТЭД** — 2×305 кВт (610 кВт);
- **Тип ТЭД** — коллекторные, ЭД118А;
- **Тип передачи** — электрическая, переменного-постоянного тока.

Габарит 0-ВМ  
ГОСТ 9238-83





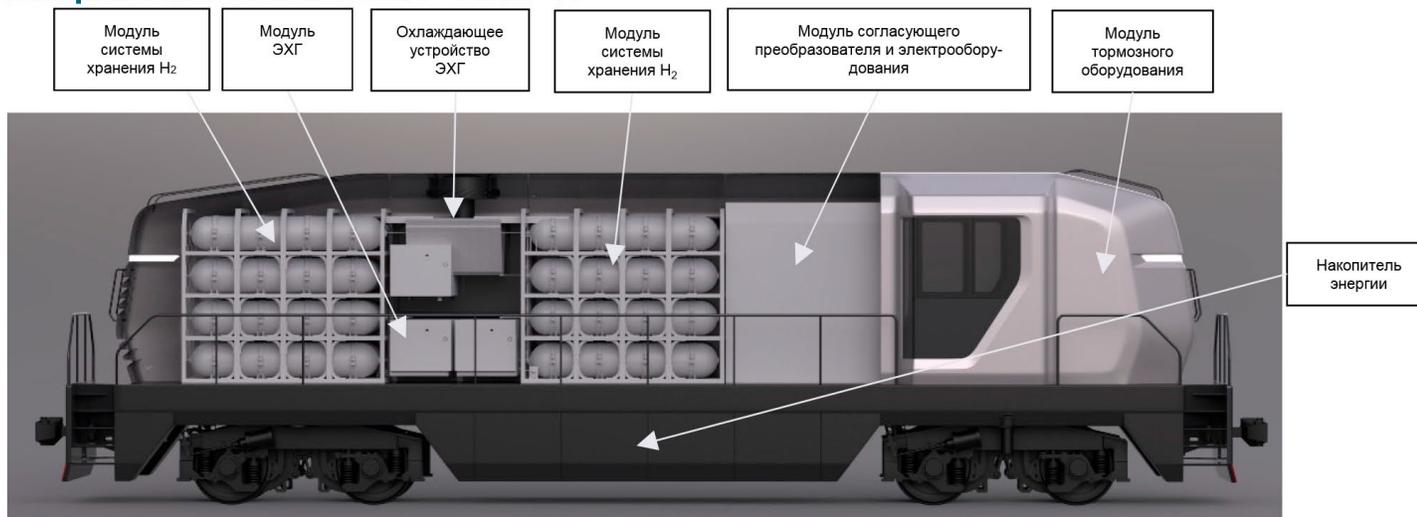
Наименование параметров	Значение
Осевая формула	2o-2o
Мощность тепловоза по дизель-генератору, кВт (л.с.)	630(857)
Мощность тепловоза по электрическому накопителю энергии, кВт (л.с.)	252(343)
Габарит по ГОСТ 9238	02-ВМ
Ширина колеи, мм	1520
Масса служебная тепловоза с 2/3 запаса песка и топлива, т	90±3%
Скорость конструкционная, м/с (км/ч)	27,8 (100)
Скорость длительного режима при совместной работе от ДГУ и накопителей, м/с (км/ч)	2,81 (10,1)
Скорость длительного режима при работе только от ДГУ, м/с (км/час)	1,8 (6,4)
Скорость часового режима при работе только от накопителей ,м/с (км/час)	0,95 (3,4)
Статическая нагрузка от колесной пары на рельсы, кН (тс)	221 (22,5) ±3%
Сила тяги при трогании с места (при $\phi_{сц}=0,33^*$ ), не менее кН (тс)	291 (29,7)
Сила тяги длительного режима при совместной работе от ДГУ и накопителей, не менее кН (тс)	253 (25,82)
Сила тяги длительного режима при работе от ДГУ, не менее кН (тс)	261 (26,6)
Сила тяги часового режима при работе от накопителя , не менее кН (тс)	272 (27,8)
Тип электрической передачи	электрическая, переменного-переменного тока
Коэффициент полезного действия, %	30



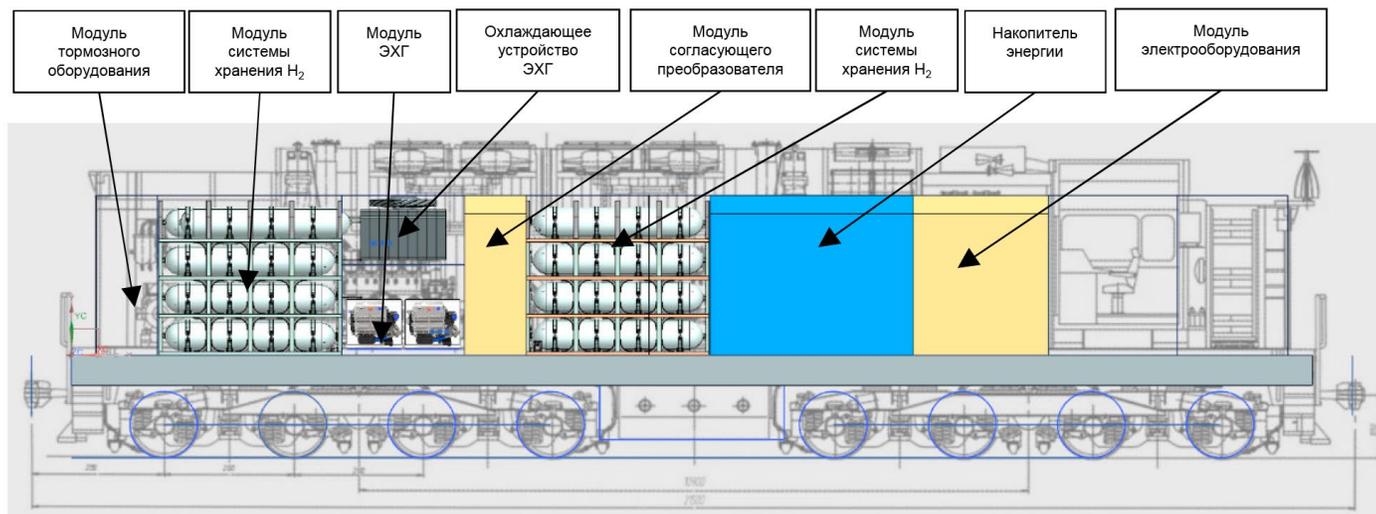
Наименование показателя	Значение
Конструкционная скорость, км/ч	90
Номинальное напряжение контактной сети постоянного тока, кВ	3
Масса сцепная, с 2/3 запаса песка, т	92 ±3%
Мощность на валах тяговых двигателей в часовом режимах, кВт. не менее: - при работе от КС	500
- при работе от накопителя	300
Касательная сила тяги в режимах, кН, не менее: - при работе от КС	158,9
- при работе от накопителя	158
Назначенный срок службы, лет	40
Автономный ход поезда массой 2000 т (20 км/ч)/без вагонов (65 км/ч), км	18/100
Ввод в эксплуатацию	После 2023 г.

# Технический облик водородного маневрового локомотива

## Четырехосное исполнение – ВМЛ-4:



## Восьмиосное исполнение – ВМЛ-8:



Наименование показателя	ВМЛ-4	ВМЛ-8
Габарит по ГОСТ 9238-2013	1-Т	
Длина, мм	17 140	21 500
Осевая формула	2o – 2o	2o+2o – 2o+2o
Служебная масса, т	90	180
Осевая нагрузка, кН	220,7	
Номинальная мощность энергетической установки (только при работе ЭХГ), кВт	360	
Энергетическая емкость накопителя, кВт*ч	495	
Максимальная мощность энергетической установки кратковременная (15 минут), кВт	1560	
Сила тяги при трогании с места, кН	290	580
Сила тяги режима максимальной мощности, кН	216	431
Скорость режима максимальной мощности, км/ч	19,1	8,5
Конструкционная скорость, км/ч	100	
Запас водорода, кг	239	
Давление в системе хранения водорода, атм.	350	
Автономность, сутки	1	
Тяговые электродвигатели	Типа ЭДУ-133	

**Первый магистральный локомотив с тяговыми аккумуляторными батареями китайской корпорации CRRC**



Шестиосный локомотив, изготовленный на предприятии CRRC в Дальяне, способен обеспечить тягу грузового поезда массой 2500 т со скоростью 70 км/ч или пассажирского поезда массой 1000 т со скоростью 100 км/ч.

Железные дороги Таиланда намерены использовать локомотивы с тяговыми аккумуляторными батареями в рамках государственной программы сокращения выбросов углекислого газа на величину 20 – 25 % к 2030 г.

**Поезда компании VIVARAIL с тяговыми аккумуляторными батареями**



Компания Vivarail, специализирующаяся на аккумуляторных технологиях для железнодорожного транспорта, представила электропоезд второго поколения с нулевым уровнем вредных выбросов. Это один из самых высокоэффективных поездов в мире. На зарядку требуется всего 10 минут, запас хода – до 130 км.

Разработка компании Vivarail позволяет не только создавать полностью электрические поезда с нуля, но и переоснащать старую дизельную технику, создавать гибридные поезда и добавлять аккумуляторы к любым типам поездов для увеличения запаса хода.

**Hybari - экспериментальное рельсовое транспортное средство компании East Japan Railway (JR East), оборудованное гибридной силовой установкой**



Питание тяговых двигателей будет осуществляться от блока литий-ионных аккумуляторов емкостью 2×120 кВт·ч и батареи водородных топливных элементов с твердым полимерным электролитом мощностью 4×60 кВт.

Прототип будет создан на основе двухвагонного электропоезда FV-E991, рассчитанного на движение со скоростью 100 км/ч и запас хода до следующей заправки около 140 км. Четыре тяговых двигателя мощностью 95 кВт каждый обеспечат поезду ускорение 0,64 м/с<sup>2</sup>.

**Американская компания Wabtec построила и испытывает совместно с железной дорогой BNSF на одной из линий калифорнии прототип гибридного магистрально аккумуляторного локомотива мощностью 2,4МВт**



При тяги тяжеловесных поездов совместно с двумя тепловозами позволяет снизить расходы топлива и выбросы углекислого газа на 11%. Для дальнейшего снижения расхода топлива и выбросов CO<sub>2</sub> компания намерена увеличивать мощность следующей версии локомотива на аккумуляторах до 6МВт, а также применять систему топливных элементов на водороде HYDROTEC в замен дизельных установок.

**Австрийская компания Linsinger представила первую в мире машину для фрезерования рельсов с электроприводом, работающую на водородных топливных элементах**



Запаса водорода достаточно для функционирования машины в течение одной смены и следования к месту выполнения работ и обратно. Переход к установке топливных элементов вместо дизеля в сочетании с внедренной компанией Linsinger технологией фрезерования рельсов, при использовании которой не возникают искры и пыль, а также с отлаженной системой сбора и рециклинга образующихся отходов, позволяет минимизировать неблагоприятное воздействие этого процесса на окружающую среду

# Спасибо за внимание!

**АО «ВНИКТИ»**

140402, Россия, Московская обл., г. Коломна, ул. Октябрьской революции, д.410

Тел: (496) 618-82-18 Факс: (496) 618-82-27

E-mail: [info@vnikti.com](mailto:info@vnikti.com) Сайт: [www.vnikti-kolomna.ru](http://www.vnikti-kolomna.ru)

