

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПАРОАККУМУЛЯТОРНЫЕ ЛОКОМОТИВЫ

В. Н. БАЛАБИН

Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва

На многих дискуссионных площадках, включая Международный салон железнодорожной техники и технологий ЭКСПО 1520 в Щербинке, Международную конференцию «Рынок транспортных услуг: взаимодействие и партнерство», Форум «Транспорт России» активно обсуждались проблемы промышленного железнодорожного транспорта.

Рассматривались проблемы локомотивного парка ПЖТ с учётом существующего и перспективного грузооборота. Комплексная модернизация включала возможность применительно к нефтеперерабатывающему комплексу решить ряд задач внедрения необычного типа локомотивов.

Маневровая работа является для промышленного предприятия чистым убытком с экономической точки зрения, так как она лишь увеличивает стоимость транспортировки грузов. При этом снизить затраты на неё не представляется возможным из-за непрерывного роста стоимости горюче-смазочных материалов, электроэнергии, ремонта и эксплуатации локомотивов.

Союзный рынок предлагает маневровые тепловозы большой, средней и малой мощности еще советских времен. Единичные опытные машины погоды не делают и в серию не поступают.

С целью снижения расходов на маневровую работу на подъездных путях необщего пользования (нефтеперерабатывающие заводы, заводы химической промышленности, металлургические, горно-обогатительные и деревообрабатывающие комбинаты, тепловые электростанции и т. д.) разработана версия пароаккумуляторного локомотива (ПАЛ) с силой тяги в 90 кН (9 т). Данная машина не нуждается в топливе, а использует технологический пар, получаемый от стационарных котлов предприятий и аккумулируемый в резервуаре высокого давления с теплоизоляцией.

ПАЛ-9П создан на базе распространенной ранее модели танк-паровоза 9П. Без изменений использованы экипажная часть и паровая машина. Котел с топкой заменены котлом-аккумулятором, представляющим собой закрытый цилиндрический резервуар с высокой степенью термоизоляции [1]. Локомотив ПАЛ-9П соответствует типу 5 ГОСТ 22339-88 габарита 1-ВМ, 02-ВМ по ГОСТ 9238-83.

Краткие технические характеристики: объём котла 21,0 м³; объём воды 18,5 м³; масса без воды 38 т; давление пара 2 (20) МПа (кгс/см²); масса в рабочем состоянии 56,5 т; сила тяги рабочая 90 кН, сила тяги при трогании с места 125 кН; максимальная скорость 30 км/ч; максимальная масса состава на прямой при скорости 15 км/ч и силе тяге 83 кН 3200 т; длина по осям автосцепок 9820 мм; минимальный радиус кривой 40 м.

Известно, что для бестопочных (безогневых) паровозов почти не требуется сервис и ремонт котла, а локомотив обслуживается одним машинистом. Основным недостатком таких локомотивов являлся только ограниченный радиус действия, что не является критичным для промтранспорта.

Держать пар, как рабочее тело, в емкости под высоким давлением не эффективно, так как при тех давлениях, при которых функционирует котёл, пар будет занимать много места. Целесообразно использовать метод раздельного хранения пара и воды при температуре насыщения. В этом случае в воде аккумулируется энергия, которая при необходимости расходуется на частичное превращение воды в пар. Это явление именуется мгновенным вскипанием, или испарением воды.

Перед работой котел-резервуар на 60–80 % заполняют горячей водой, а потом через отдельный экипировочный патрубок подают пар в котел давлением 2 МПа (20 кгс/см²) из стационарной котельной установки. Конденсируясь, пар нагревает воду. Процесс завершится, когда вода достигнет температуры насыщенного пара, а давление в пароаккумуляторе достигнет давления заряжающего пара. Если теперь из пароаккумулятора отобрать часть пара (из сухопарника с помощью пароразрядной трубы) в паровую машину, то давление в пароаккумуляторе упадёт, вода окажется перегретой, закипит и отдаст следующую порцию пара (до выравнивания давления в пароаккумуляторе с давлением насыщения при данной температуре воды). То есть, по мере снижения давления с 20 кгс/см² до минимального рабочего вода в котле за счет скрытой теплоты парообразования превращается в пар в течение 6–12 часов в зависимости от нагрузки и режимов эксплуатации.

Для работы локомотива необходимы парозарядные колонки, паропроводы, питательные насосы и арматура в количестве, определяемом проектом для конкретных эксплуатационных условий.

На полную зарядку котла затрачивается 20–30 мин, а на подготовку холодного локомотива – 1,2–1,3 ч.

Следует отметить такую особенность пароаккумуляторного локомотива, как отсутствие ограничения по котлу, т.е. отсутствие гиперболической ветви тяговой характеристики (сила тяги не падает с увеличением скорости). К примеру, у традиционного паровоза ограничение по котлу наступает при скоростях от 15 до 25 км/ч, у тепловозов – с 5 до 25 км/ч) и продолжается вплоть до конструктивных скоростей.

Максимальная выгода пароаккумуляторного локомотива там, где присутствуют необходимые в производстве «тепловые отбросы», т. е. тепло, которое можно превратить в пар, или технологически готовый пар. Кроме этого несомненна выгода там, где производится продукт с низкой добавленной стоимостью, и каждый сэкономленный рубль здесь играет значительную роль в себестоимости. Следует также упомянуть предприятия, где сам продукт является источником энергии и который можно применить для движения локомотива, что принесёт дополнительную прибыль предприятию. Это, в первую очередь, коксохимическое и металлургическое производство, нефтеперегонные заводы, где стоимость продажи сэкономленного дизтоплива сразу даст экономический эффект. Также необходимо учитывать полную пожаробезопасность локомотива, что важно для нефтехимических и газодобывающих предприятий.

Пароаккумуляторные локомотивы полностью безопасны в эксплуатации, взрыв котла полностью исключен, так как, если заканчивается достаточное количество пара и воды, он просто перестает двигаться – хотя изначально необходимо соблюдать все меры предосторожности, как и с любым другим сосудом высокого давления и теплоносителем высоких параметров – температуры и давления. Однако эти локомотивы могут обслуживаться менее квалифицированным персоналом, не требующим полностью квалифицированного машиниста паровоза.

С целью проверки принятых конструкторских решений была изготовлена модель локомотива (полностью по прочерченным деталям) в масштабе 1:10. Завершена разработка конструкторской документации.

Проведенные сравнительные оценки локомотивов ПАЛ-9П и ТЭМ2 выявили реальную экономию по дизельному топливу в среднем 0,75–1,0 т/сут на один тепловоз. По тяговым свойствам ПАЛ-9П эквивалентен тепловозам ТГМ23, ТГМ40, ТГМ4. Только за счет экономии дизельного топлива срок окупаемости ПАЛ-9П составляет 12–15 мес. Срок эксплуатации машины составляет 50–60 лет. «Жизненный цикл» ПАЛ-9П в семь раз дешевле «жизненного цикла» тепловоза ТГМ4 и в двенадцать раз тепловоза ЧМЭЗ.

В результате применения пароаккумуляторных локомотивов возможно достижение следующих положительных результатов:

- 1 Экономия дизельного топлива до 0,75–1,0 т/сут на одну машину.
- 2 Снижение затрат на ремонты на 90 % по сравнению с тепловозом.
- 3 Снижение затрат на обслуживающий персонал (машина обслуживается одним машинистом без помощника).
- 4 Возможность использования в запыленных и загрязненных условиях без снижения ресурса.
- 5 Возможность использования на предприятиях, требующих взрыво- и пожаробезопасности.
- 6 Экологичность (выхлоп – только водяной пар).

Список литературы

- 1 Балабин, В. Н. Применение пароаккумуляторных локомотивов на промышленных предприятиях / В. Н. Балабин, А. Ю. Сербулов // Наука и техника транспорта. – 2022. – № 1. – С. 26–30.

УДК 620.91/98, 629.424

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОВОЗОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ БОРТОВОЙ ГЕНЕРАЦИИ ВОДОРОДА

А. Ю. БАЛАКИН, А. А. МИШКИН

Самарский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

В настоящее время одной из актуальных задач мирового масштаба является решение проблемы рационального и экономного использования топливно-энергетических ресурсов. Это обусловлено тем, что бурное развитие топливно- и энергоемких отраслей экономики, в особенности транспорт-