электронный журнал
МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". Эл No. ФС77-51038.

УДК 629.331

Многозвенный колесный автопоезд особо большой грузоподъемности для использования в арктических и удаленных регионах России

 # 10, октябрь 2012

Бороздин Д.В.[(1)], Гвоздев А.В. [(1)]

Студенты[(1)],
кафедра «Колесные машины»

Научный руководитель: Попов С.Д.,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Колесные машины»

МГТУ им. Н.Э. Баумана
bauman@bmstu.ru

Северные и арктические территории составляют почти 60% всей территории России. Следует учитывать, что Север дает около 60% национального дохода России. Это означает, что проблема создания отлаженного механизма постоянного приоритетного развития Севера является приоритетной задачей государственного уровня. В России территории с экстремально холодной зимой (с температурой на уровне -50°C) имеют площадь около 4,0 млн. км^2 (Урал, Сибирь и Дальний Восток, где сосредоточены основные запасы нефти, газа и природных ископаемых). Транспортное обеспечение хозяйственной деятельности в этих регионах является крайне сложной проблемой, в ряде случаев нерешенной даже в постановочном плане.

Проблема регионального транспортного сообщения не может быть полноценно решена только на основе обычного автомобильного транспорта, даже при наличии развитой сети автомобильных дорог. Причины этого находятся в относительно малых размерах и грузоподъемности транспортных средств. В северных регионах и в арктической зоне России ко всему прочему отсутствует дорожная сеть, создать которую в обозримом будущем невозможно. В этих условиях региональное сообщение осуществляется крайне неэкономичными (многоцелевые автомобили, гусеничные транспортеры-тягачи, вертолеты), сезонными (зимники) и неустойчивыми (вертолеты) видами транспорта.

Основным ограничением, сдерживающим развитие железнодорожного транспорта в слабообжитых районах, является необходимость создания и обеспечения функционирования инфраструктуры в крайне сложных природных и грунтовых условиях. При этом возможность уточнения линии построенной магистрали полностью исключена, что требует безошибочного проектирования сети. В условиях разреженного и подвижного населения такое прогнозирование чрезвычайно сложно. В случае однократного строительного эпизода (строительство крупных продуктопроводов и т.д.) строительство железнодорожных линий становится совершенно нерентабельным.

Известны примеры создания наземных региональных транспортных средств, сочетающих в себе преимущества железнодорожных поездов (большая грузоподъемность, делимость, экономичность, всесезонность и всепогодность) с достоинствами

автомобильного транспорта – тяжелых внедорожных автопоездов сверхвысокой грузоподъемности.

За рубежом строительством таких автопоездов занималась американская фирма Ле Турно (Le TOURNEAU). Среди них были снегоходы для Антарктики, активный поезд «Ле Турно - Вестингауз Сно-Трэйн 1СС1» и «Ле Турно - Вестингауз Оверленд Трэйн Mk-II/LCC» (рис.1) и т.д.[3].

Рис.1. Общий вид автопоезда «Overland Train Mark II»
во время испытаний в пустыне штата Аризона

Опыт эксплуатации показал, что такие поезда, обладая достоинствами железнодорожных составов, имеют перед ними фундаментальные преимущества:

- не требуют создания инфраструктуры и стационарного рельсового пути;
- свобода и гибкость в выборе или планировании маршрутов движения;
- относительная быстрота реализации и ввода в эксплуатацию транспортной системы.

Суть проекта является создание многозвенного вездеходного колесного автопоезда особо большой грузоподъемности, обеспечивающего региональные транспортные перевозки и дополняющего традиционную транспортную инфраструктуру Северных регионов России.

Для приемлемой замены железнодорожному транспорту была выбрана ориентировочная грузоподъемность (полная) 400...600 т.

В связи с характеристика грунта [5], характерного для области эксплуатации автопоезда, (удельное давление на грунт 0,5 МПа) были рассчитаны число секций автопоезда и количество колесных движителей на каждой секции с учетом заданной грузоподъемности.

Нами ведется разработка проекта в двух направлениях – на колесном движителе низкого давления (пневмокатках) и на шинах большого диаметра.

Ориентировочная средняя скорость движения по разведанной снежной или грунтовой трассе - 25...30 км/ч.

Ориентировочный запас хода по топливу - 600...1000 км, т.к регионы, где будет использоваться данное транспортное средство, имеет малую плотность населения. Как следствие, расстояния между соседними населенными пунктами очень велики

Ориентировочный район эксплуатации - север Якутии, Красноярского края, а также песчанно-пустынные местности на юге (в т.ч. в зарубежных странах).

Силовая установка тягача – два дизель-генератора, общей мощностью 7200 кВт (10000 л.с.). Устанавливаются дизельные двигатели размерности ЧН 16/17 – легкие высокооборотные 42- или 56-цилиндровые четырехтактные дизельные двигатели

водяного охлаждения с газотурбинным наддувом, диаметром цилиндра 160 мм, ходом поршня 170 мм. Расположение цилиндров в виде 7-лучевой звезды с углом развала между блоками 51°25’43".

Характеристики двигателя:

Мощность длительная (номинальная), кВт	3675
Частота вращения на длительной полезной мощности, об/мин	2000
Удельный расход топлива, г/кВт*ч	224
Габариты (ДхШхВ), не более, мм	4400х1675х1655
Масса, не более, кг	7250

Топливный показатель составляет 1.55кг/ч для номинальной мощности двигателя.

Производством двигателей занимается ОАО «Звезда» (г. Санкт-Петербург). [4]

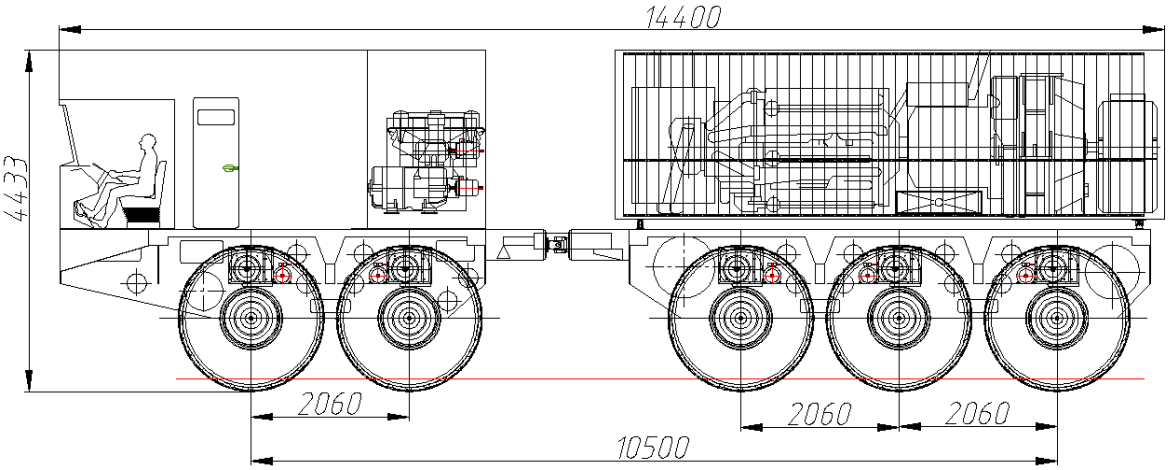
Трансмиссия – электромеханическая. Генератор используется переменного тока. Электродвигатели постоянного тока, смешанного/последовательного возбуждения. Напряжение 550В. Для автопоезда на пневмокатках используется двигатель мощностью 45 кВт с номинальной частотой вращения 1200 об/мин (максимальная частота – 4060 об/мин). Во втором варианте автопоезда – двигатель мощностью 110 кВт с номинальной частотой вращения 1500 об/мин (максимальная частота – 3900 об/мин).

КПД электротрансмиссии – 62%.

Особенно важно, что электротрансмиссия благодаря простоте связей между агрегатами может быть легко выполнена многоприводной и дистанционной. [2]

Запас дизельного топлива при удельном расходе топлива дизеля составляет 70 м^3. Как следствие, для топливной емкости используется отдельное звено автопоезда, расположенное непосредственно за тягачом.

При решении задачи прорабатывалось несколько компоновочных схем тягача на пневмокатках. Первым решением было создание тягача с управляемыми колесными тележками. Но в этом случае автомобиль имел большие габариты по высоте. В итоге была выбрана несущая система шарнирно-сочлененного типа (при колесных движителях принятой по экологическим соображениям размерности, иной способ поворота практически нереализуем) (рис.3). Она представляет собой грузовую платформу, по центру которой проходит остов пустотелого коробчатого сечения с поперечно вваренными трубами. Поворот происходит благодаря складыванию первой и второй части тягача в горизонтальной плоскости при помощи гидроцилиндров. Максимальный угол складывания 35°. Несущая система такой конструкции используется как для тягача, так и для грузовых секций. Транспортное средство вписывается в габариты моста категории Г-7. [1]



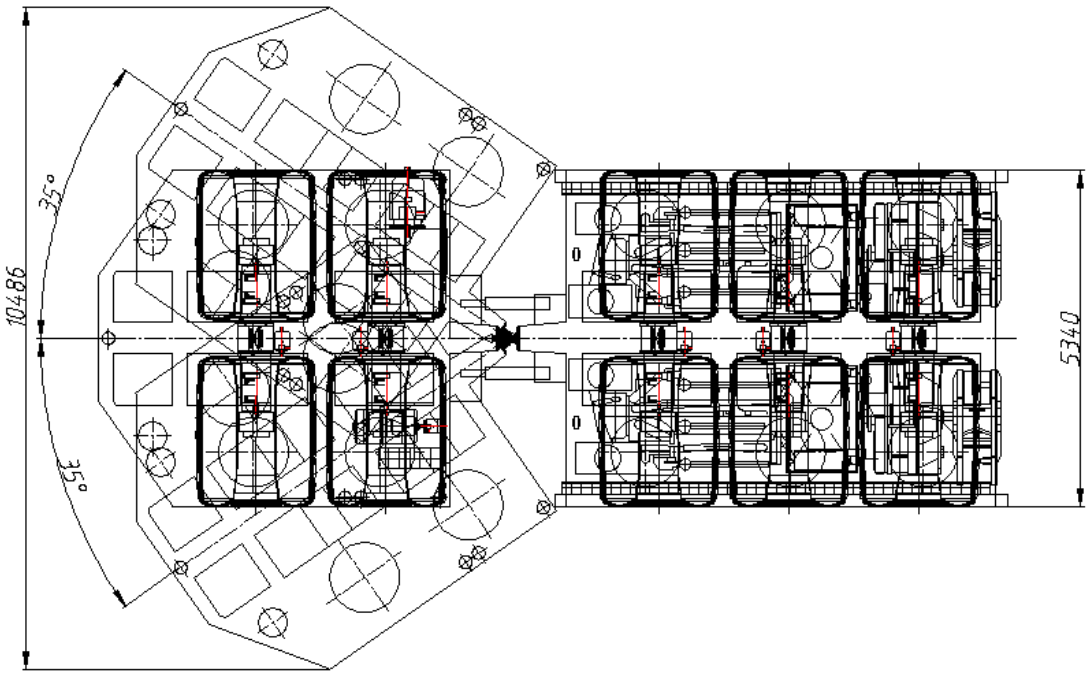
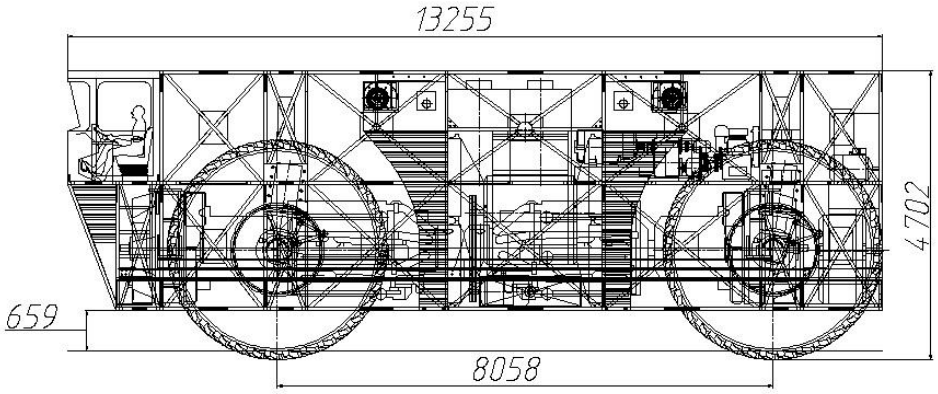


Рис.3. Компоновка тягача автопоезда на пневмокатках

В ходе разработки МВКА на шинах большого диаметра была выбрана схема компоновки с кабиной, расположенной над двигателем Преимуществами такой схемы является: возможность сокращения колесной базы звена, что улучшает поворотливость (маневренность) поезда, улучшение обзорности из рубки (кабины) экипажа. (рис.4)



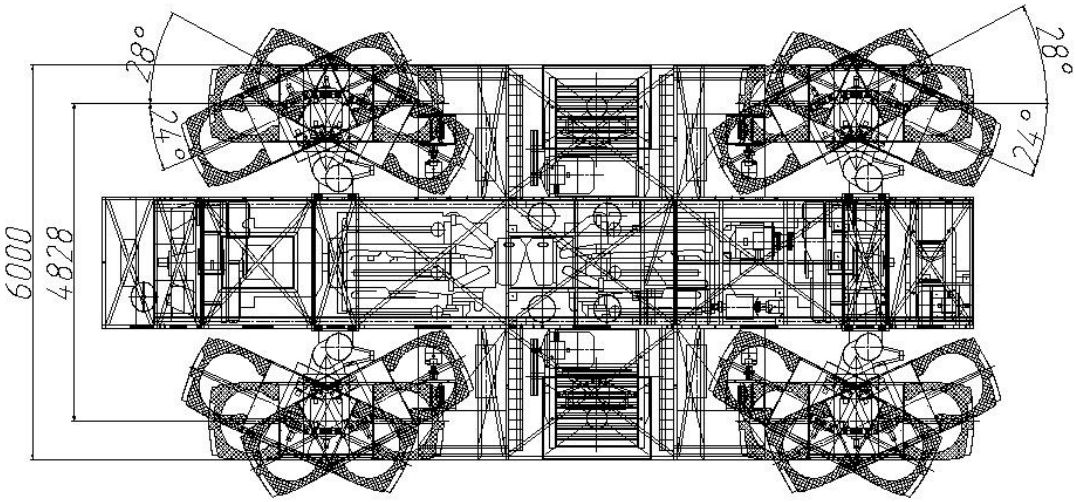


Рис.4. Компоновка тягача на колесах большого диаметра

При проработке несущей системы была применена конструкция каркасного типа.

Для обеспечения приемлемого уровня плавности хода звена, вибронагруженности экипажа и безотрывного контакта колес с дорогой была выбрана независимая телескопическая схема индивидуальных управляемых опорно-ходовых модулей. Машина вписывается в габариты моста категории Г-7. [1]

Маневренность автопоезда обеспечивается кинематический способ поворота (все колеса каждого звена управляемые (максимальный угол поворота 28°). [1] При этом специальный алгоритм функционировании системы управления обеспечивает следование всех звеньев по колее тягача.

К настоящему моменту закончена разработка технических предложений, которые, в целом, подтвердили реализуемость замысла, и заявленные технические характеристики автопоездов и эффективность принятых технических решений. В тоже время глубина проработки, предусмотренная данной стадией выполнения опытно-конструкторских работ, позволила сформировать окончательное заключение о преимуществах какого-либо из принятых вариантов. Сейчас разработка эскизного проекта двух описанных выше вариантов автопоездов колесной машины.

Литература

1. Попов С.Д., Белоусов Б.Н. Колесные транспортные средства особо большой грузоподъемности. Конструкция. Теория. Расчет/ Под общ. ред. Б.Н. Белоусова. - М.: Изд. МГТУ им. Баумана. 2006.
2. Афанасьев Б.А., Белоусов Б.Н., Жеглов Л.Ф. и др. Проектирование полноприводных колесных машин. Под ред. Полунгяна А.А. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 432 с.: ил.