

Пояснительная записка по подвижному составу для разработки ТЭО
высокоскоростной услуги на основе технологий СТЮ
на австралийском континенте

Объем перевозок 100000 пасс/сутки
Расстояние перевозок 500 км

Содержание

1. Введение
2. Высокоскоростной юнибус на 10 посадочных мест
3. Высокоскоростной юнибус на 20 посадочных мест
4. Высокоскоростной юнибус на 30 посадочных мест
5. Анализ и выбор варианта пассажировместимости высокоскоростного юнибуса
6. Анализ высокоскоростных юнибусов на 30 посадочных мест
7. Вариант конструктивного исполнения высокоскоростного юнибуса на 30 посадочных мест
 - 7.1. Технические характеристики и краткое описание юнибуса
 - 7.2. Калькуляция отпускной цены юнибуса
 - 7.3. Сравнение юнибуса с высокоскоростным пассажирским поездом по удельному энергопотреблению
8. Анализ альтернативных тягово-энергетических установок применительно к юнибусу
 - 8.1. Гибридная тягово-энергетическая установка
 - 8.2. Электропривод с питанием от контактной сети
9. Выводы

1. Введение

В настоящем материале в сжатом виде приведены результаты анализа технико-экономических показателей подвижного состава высокоскоростной транспортной услуги СТЮ по перевозке 100000 пасс/сутки на расстояние 500 км. Целью анализа является определение тенденции изменения технико-экономических и экологических показателей юнибуса в зависимости от количества посадочных мест, максимальной скорости и используемого топлива в двигателе внутреннего сгорания юнибуса, а также выбор на основе этого наиболее оптимального варианта исполнения транспортной единицы высокоскоростной транспортной услуги СТЮ.

Подвижной состав СТЮ образуют рельсовые автобусы (юнибусы). Анализу подвергнуты три варианта юнибусов по пассажироместности на 10, 20 и 30 человек. Силовой агрегат всех трех вариантов включает двигатель внутреннего сгорания и автоматическую коробку передач. Ходовая система юнибусов — четырехопорная. Подвеска каждого колеса — независимая. Тормозная система — пневматическая. Предполагается оснащение юнибусов продукцией ведущих мировых производителей, таких как: Cummins Engine Company, Allison Transmission, Knorr-Bremse, Webasto, Wabco, Hübner и т.д.

Просчитаны предварительные технико-экономические показатели для скоростей движения 300, 350 и 400 км/ч при оснащении юнибусов двигателями внутреннего сгорания, использующими в качестве топлива дизельное, бензин и сжиженный газ (смесь пропана и бутана). Расчет годовых затрат на топливо выполнен на основе следующих цен (соответствующих марту 2008 г.): дизельное — 1,49 AUD, бензин — 1,39 AUD, пропан-бутан — 0,64 AUD. При расчете выбросов токсичных компонентов с отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания за основу принята норма Euro 5.

Рассмотрен реальный вариант конструктивного исполнения юнибуса на 30 мест и проведена калькуляция его отпускной цены. Произведено сопоставление удельного энергопотребления юнибуса с высокоскоростным пассажирским поездом типа TGV –NG.

Проанализированы варианты использования на юнибусе альтернативных тягово-энергетических установок.

2. Высокоскоростной юнибус на 10 посадочных мест

На рис. 2.1 показано схематическое устройство юнибуса и описан его состав. В таблице 2.1 представлены технические характеристики юнибуса. Годовые эксплуатационные расходы подвижного состава представлены в таблице 2.2. Выбросы токсичных компонентов подвижного состава представлены в таблице 2.3.

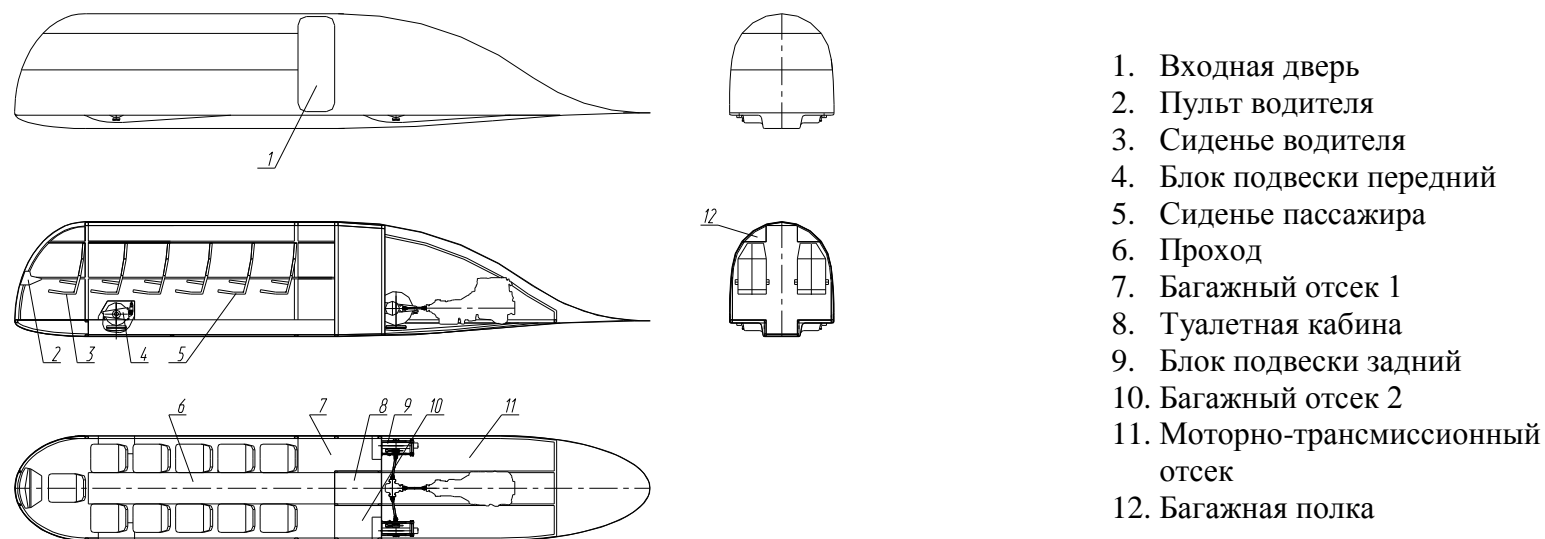


Рис. 2.1. Высокоскоростной юнибус на 10 посадочных мест

Таблица 2.1

Технические характеристики высокоскоростного юнибуса пассажироместимостью 10 человек

	Основные технические данные	Показатель		
1	Длина, мм	11250		
2	Ширина, мм	1850		
3	Высота, мм	2020		
4	Колея, мм	1500		
5	База, мм	4950		
6	Расстояние между пассажирскими сиденьями, мм	750		
7	Объем багажных отсеков, м ³	1,85		
8	Объем багажных полок, м ³	0,25		
9	Максимальная скорость, км/ ч	300	350	400
10	Полная масса, кг	3800	3950	4200
11	Мощность двигателя, кВт	110	160	236
12	Расход топлива, л/ 100 км			
	Дизельное	10,2	13,3	17,0
	Бензин	12,0	15,7	20,0
	Пропан-бутан	12,7	16,7	21,3

Таблица 2.2

Годовые эксплуатационные расходы парка высокоскоростных юнибусов на 10 посадочных мест

Максимальная скорость, км/ч	Количество юнибусов на линии, шт	Затраты на топливо, млн AUD			Содержание водительского персонала, млн AUD	Техническое обслуживание юнибусов, млн AUD			Итого за год, млн AUD		
		вид топлива				вид топлива			вид топлива		
		дизельное	бензин	пропан-бутан		дизельное	бензин	пропан-бутан	дизельное	бензин	пропан-бутан
300	692	278,6	305,2	149,0	138,4	2,20	1,73	2,30	419,2	445,3	289,7
350	596	364,3	400,0	195,4	119,2	1,85	1,50	2,00	485,4	520,7	316,6
400	520	464,0	508,0	249,0	104,0	1,62	1,30	1,75	569,6	613,3	354,8

Таблица 2.3

Выбросы токсичных компонентов парка высокоскоростных юнибусов на 10 посадочных мест, т/год

Максимальная скорость, км/ч	Вид топлива											
	дизельное				бензин				пропан-бутан			
	CO	HC	NO _x	Твердые частицы	CO	HC	NO _x	Твердые частицы	CO	HC	NO _x	Твердые частицы
300	995	301	1294	13,3	2318	600	323	1,3	1590	361	288,0	0,53
350	1303	395	1694	17,3	2997	790	423	1,7	2085	474	376,4	0,70
400	1606	503	2160	22,0	3818	1005	540	2,2	2656	604	480,0	0,88

3. Высокоскоростной юнибус на 20 посадочных мест

На рис. 3.1 показано схематическое устройство юнибуса и описан его состав. В таблице 3.1 представлены технические характеристики юнибуса. Годовые эксплуатационные расходы подвижного состава представлены в таблице 3.2. Выбросы токсичных компонентов подвижного состава представлены в таблице 3.3.

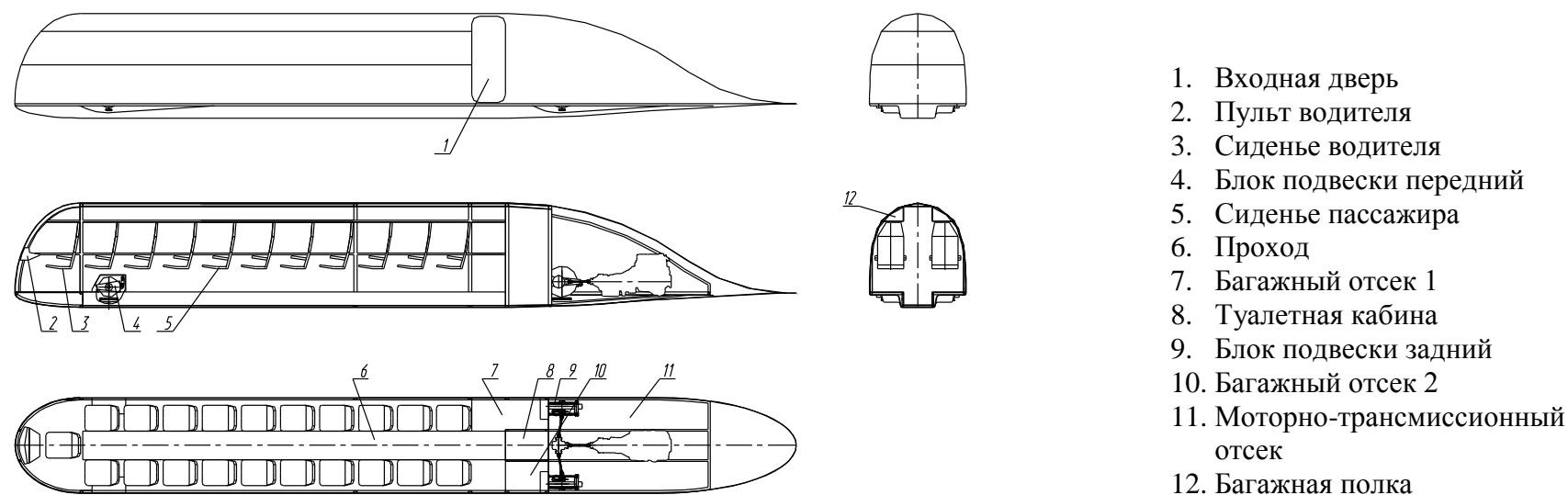


Рис. 3.1. Высокоскоростной юнибус на 20 посадочных мест

Таблица 3.1

Технические характеристики высокоскоростного юнибуса на 20 посадочных мест

	Основные технические данные	Показатель		
1	Длина, мм	15000		
2	Ширина, мм	1850		
3	Высота, мм	2020		
4	Колея, мм	1500		
5	База, мм	8700		
6	Расстояние между пассажирскими сиденьями, мм	750		
7	Объем багажных отсеков, м ³	1,85		
8	Объем багажных полок, м ³	0,45		
9	Максимальная скорость, км/ ч	300	350	400
10	Полная масса, кг	5600	5800	6000
11	Мощность двигателя, кВт	140	212	307
12	Расход топлива, л/ 100 км			
	Дизельное	13,0	17,0	21,5
	Бензин	15,4	20,0	25,3
	Пропан- бутан	16,3	21,2	26,8

Таблица 3.2

Годовые эксплуатационные расходы парка высокоскоростных юнибусов на 20 посадочных мест

Максимальная скорость, км/ч	Количество юнибусов на линии	Затраты на топливо, млн AUD			Содержание водительского персонала, млн AUD	Техническое обслуживание юнибусов, млн AUD			Итого за год, млн AUD		
		вид топлива				вид топлива			вид топлива		
		дизельное	бензин	пропан-бутан		дизельное	бензин	пропан-бутан	дизельное	бензин	пропан-бутан
300	346	178,0	194,7	95,2	69,2	1,13	0,92	1,21	248,3	264,8	165,6
350	298	232,2	254,0	124,3	59,6	1,0	0,8	1,06	292,8	314,4	185,0
400	260	293,8	321,5	157,5	52,0	0,85	0,68	0,92	346,7	374,2	210,4

Таблица 3.3

Выбросы токсичных компонентов парка высокоскоростных юнибусов на 20 посадочных мест , т/год

Максимальная скорость, км/ч	Вид топлива											
	дизельное				бензин				пропан-бутан			
	CO	HC	NO _x	Твердые частицы	CO	HC	NO _x	Твердые частицы	CO	HC	NO _x	Твердые частицы
300	636	193	827	8,5	1463	385	207	0,85	1018	232	184	0,34
350	830	252	1080	11,0	1910	505	270	1,1	1330	303	240	0,45
400	1050	318	1365	14,0	2415	635	341	1,4	1680	382	303	0,56

4. Высокоскоростной юнибус на 30 посадочных мест

На рис. 4.1 показано устройство юнибуса и описан его состав. В таблице 4.1 представлены технические характеристики юнибуса. Годовые эксплуатационные расходы подвижного состава представлены в таблице 4.2. Выбросы токсичных компонентов подвижного состава представлены в таблице 4.3.

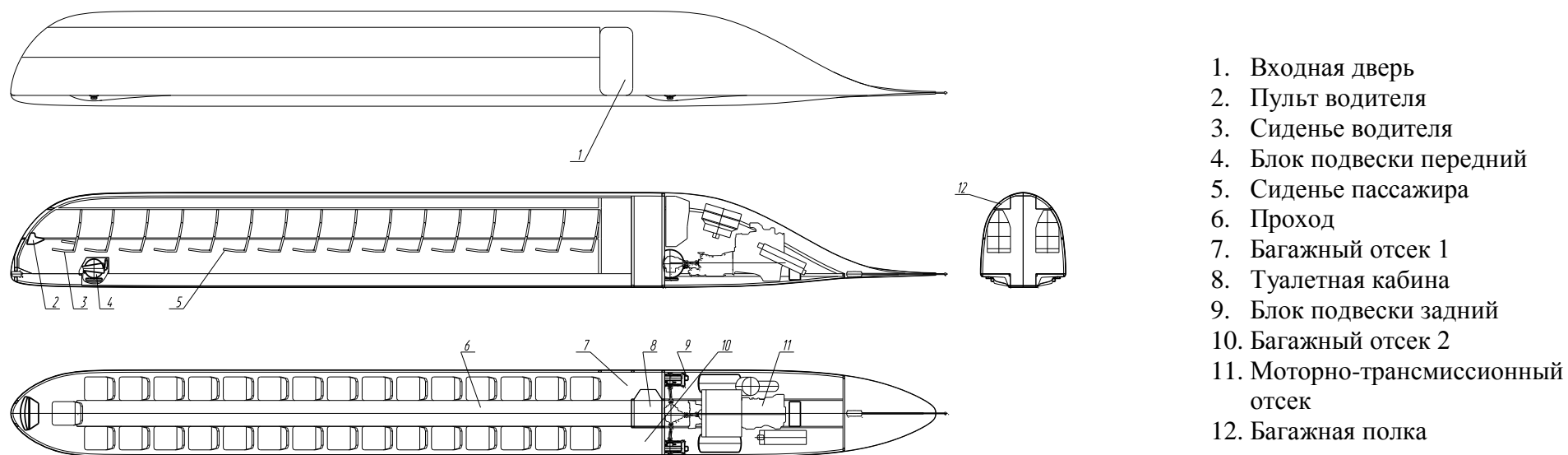


Рис. 4.1. Высокоскоростной юнибус на 30 посадочных мест

Технические характеристики высокоскоростного юнибуса на 30 посадочных мест

	Основные технические данные	Показатель		
1	Ширина, мм	1850		
2	Высота, мм	2020		
3	Колея, мм	1500		
4	База, мм	12450		
5	Расстояние между пассажирскими сиденьями, мм	750		
6	Объем багажных отсеков, м ³	1,85		
7	Объем багажных полоков, м ³	1,2		
8	Максимальная скорость, км/ ч	300	350	400
9	Полная масса, кг	7100	7600	8300
10	Мощность двигателя, кВт	170	257	371
11	Длина, мм	20000	20000	20500
12	Расход топлива, л/ 100 км			
	Дизельное	15,9	20,6	26,0
	Бензин	18,7	24,3	30,6
	Пропан-бутан	19,8	25,7	32,5

Таблица 4.2

Годовые эксплуатационные расходы парка высокоскоростных юнибусов на 30 посадочных мест

Максимальная скорость, км/ч	Количество юнибусов на линии	Затраты на топливо, млн AUD			Содержание водительского персонала, млн AUD	Техническое обслуживание юнибусов, млн AUD			Итого за год, млн AUD		
		вид топлива				вид топлива			вид топлива		
		дизельное	бензин	пропан-бутан		дизельное	бензин	пропан-бутан	дизельное	бензин	пропан-бутан
300	230	144,0	157,6	77,2	46,0	0,8	0,65	0,85	190,8	204,3	124,0
350	200	186,5	205,0	100,2	40,0	0,7	0,55	0,75	227,2	245,6	141,0
400	174	237,0	259,0	127,0	34,8	0,6	0,48	0,65	272,4	260,0	162,5

Таблица 4.3

Выбросы токсичных компонентов парка высокоскоростных юнибусов на 30 посадочных мест, т/год

Максимальная скорость, км/ч	Вид топлива											
	дизельное				бензин				пропан-бутан			
	CO	HC	NO _x	Твердые частицы	CO	HC	NO _x	Твердые частицы	CO	HC	NO _x	Твердые частицы
300	388	118	505	5,2	893	235	126	0,5	620	142	112	0,2
350	586	177	762	7,8	1350	354	190	0,8	938	212	170	0,3
400	846	256	1100	11,3	1946	512	275	1,1	1354	307	245	0,45

5. Анализ и выбор варианта пассажировместимости высокоскоростного юнибуса

Годовые эксплуатационные расходы парка высокоскоростных юнибусов на 10 посадочных мест выше аналогичных расходов юнибусов на 20 посадочных мест примерно на 65%, а юнибусов на 30 посадочных мест примерно 100 % (см. табл. 2.2, 3.2 и 4.2).

Таким образом, преимущество юнибуса с вариантом на 30 посадочных мест по эксплуатационным показателям не вызывает сомнения.

Недостатки данного варианта могут проявиться в сфере их производства: он потребует больших материальных затрат и времени на технологическую подготовку производства (например, в части изготовления корпуса). Большая длина и масса данного варианта потребует увеличения производственных площадей, применения оборудования для изготовления крупногабаритных деталей, подъемно-транспортных устройств большей грузоподъемности, привлечения специального транспорта и дополнительных организационных затрат на транспортировку юнибуса на место эксплуатации.

Из приведенных в таблицах 2.3, 3.3 и 4.3 расчетных данных величин выброса токсичных компонентов видно, что указанные выбросы парка высокоскоростных юнибусов на 30 посадочных мест снижаются более чем в 1,4 раза по сравнению с парком высокоскоростных юнибусов на 20 посадочных мест и более чем в 2,0 раза по сравнению с парком высокоскоростных юнибусов на 10 посадочных мест.

Необходимо также отметить, что эксплуатация высокоскоростных юнибусов на 10 и 20 посадочных мест практически будет невозможна без полной автоматизации управления движением из-за высокой плотности движения. Стоимость автоматизации такого уровня, например система SelTrac^R S40 (продукция компании Alcatel) в настоящее время составляет примерно 1,6 - 2,1 млн. AUD/км. В случае же движения высокоскоростных юнибусов на 30 посадочных мест можно обойтись внедрением автоматической системы сигнализации водителя. Такие системы на порядок дешевле и широко распространены на высокоскоростных линиях железных дорог мира, например автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного действия (АЛСН).

На основе вышеизложенного рекомендуется сделать выбор в пользу юнибуса на 30 посадочных мест.

6. Анализ высокоскоростных юнибусов на 30 посадочных мест

6.1. Анализ вариантов исполнений по параметру «максимальная скорость»

Из приведенных в таблицах 4.2 и 4.3 расчетных данных эксплуатационные расходы и выбросы токсичных компонентов с ростом максимальной скорости от 300 км/ч до 400 км/ч значительно возрастают. Так годовые эксплуатационные расходы при использовании дизельного топлива увеличиваются примерно на 40%, а при использовании пропана-бутана примерно на 30%, а количество токсичных веществ выброшенных в атмосферу увеличивается более чем в 2 раза. В свою очередь время преодоления расстояния (500 км для рассматриваемого случая), что является важным оценочным параметром, составит при скорости:

- 300 км/ч – 100 мин;
- 350 км/ч – 86 мин;
- 400 км/ч – 75 мин.

Из приведенных в таблице 4.1 расчетных данных видно, что с ростом максимальной скорости движения от 300 до 400 км/ч масса юнибуса возрастает более чем на тонну. Это вызвано, прежде всего, резким ростом потребной мощности двигателя внутреннего сгорания (со 170 кВт для скорости 300 км/ч до 371 кВт для скорости 400 км/ч). Вследствие этого удельный параметр «Масса транспортного средства/Количество пассажиров» с ростом скорости ухудшается почти на 17%.

На основе выше изложенного целесообразно остановиться на среднем варианте исполнения по максимальной скорости – 350 км/ч, а маршрутную структуру выполнить с запасом по скорости до 450-500 км/ч, что позволит в будущем (по мере появления более эффективных энергетических установок) без ухудшения удельного параметра «Масса транспортного средства/Количество пассажиров» достичь более высоких скоростей движения.

6.2. Анализ вариантов исполнения по параметру «вид топлива»

Анализируя приведенные расчетные данные в таблице 4.2 можно однозначно утверждать, что наиболее экономически целесообразным видом топлива двигателей внутреннего сгорания высокоскоростных юнибусов в условиях Австралии на сегодняшний день является сжиженный нефтяной газ (смесь газов пропана и бутана). Так эксплуатационные расходы парка юнибусов (исполнение по скорости 350 км/ч) при использовании указанного топлива, снижаются более чем на 60% по сравнению с двумя другими вариантами (дизельное топливо и бензин). Суммарные годовые выбросы токсичных компонентов ($\text{CO} + \text{HC} + \text{NO}_x + \text{твердые частицы}$) двигателя внутреннего сгорания при этом составят (для исполнения по скорости 350 км/ч):

- дизельное топливо – 1533 т;

- бензин – 1895 т;
- пропан-бутан – 1320 т.

Таким образом, по общему количеству выбросов токсичных компонентов сжиженный нефтяной газ также предпочтительнее.

К недостаткам сжиженного нефтяного газа, как горючего для двигателей внутреннего сгорания относят:

- снижение мощности двигателя примерно на 10%, что снижает максимальную скорость движения примерно на 3%;
- требование правил техники безопасности о заполнении газовых баллонов лишь на 75% (для Австралии), что снижает дальность пробега между заправками топливом транспортного средства на 25% и ухудшает его весогабаритные характеристики;
- повышенный объемный расход по сравнению с дизельными и бензиновыми двигателями, что снижает дальность пробега между заправками топливом транспортного средства еще на 25%, если сравнивать с дизельным вариантом.

Для компенсации двух последних недостатков в конструкции высокоскоростного юнибуса необходимо предусмотреть соответствующий дополнительный объем для размещения достаточного количества газовых баллонов.

Необходимо также отметить, что в мире пока мало серийно изготавливаемых газовых двигателей с требуемыми для юнибуса параметрами: мощность не менее 260 кВт (для скоростей 350 км/ч и выше), нормы токсичности Евро-5. В этой связи на стадии создания прототипа могут потребоваться дополнительные затраты на переоборудование серийно выпускаемого двигателя (дизельного или бензинового) в газовый с обеспечением указанных норм токсичности. Кроме того, по нормам безопасности потребуется оснащение юнибуса системой обнаружения утечки газа.

7. Вариант конструктивного исполнения высокоскоростного юнибуса на 30 посадочных мест

В данном разделе более подробно рассматривается вариант конструктивного исполнения высокоскоростного юнибуса на 30 посадочных мест с тягово-энергетической установкой (powerpack) на базе газового двигателя и автоматической коробки передач.

7.1. Технические характеристики и краткое описание юнибуса

Важной отличительной чертой юнибуса от других видов общественного транспорта является высокая аэродинамичность наружных обводов (коэффициент лобового аэродинамического сопротивления около 0,12).

Технические характеристики и краткое описание юнибуса приведены в таблице 7.1.

**Технические характеристики варианта конструктивного исполнения высокоскоростного
юнибуса на 30 посадочных мест**

№	Наименование характеристики	Значение (описание) характеристики
1	Число пассажирских мест	30
2	Снаряженная масса, кг	5100
3	Максимальная масса, кг	7700
4	Габаритные размеры, мм: - длина - ширина - высота - база - колея - клиренс	20000 1850 2200 12450 1500 минус 200
5	Максимальная скорость, км/ч	340
6	Время разгона до максимальной скорости, мин	10,0
7	Длина тормозного пути при экстренном торможении (начальная скорость — 340 км/ч), м, не более	2230,0
8	Расход топлива (пропан-бутан), л/100 км	24,7
9	Емкость газовых баллонов, л	270
10	Колесная формула	4 × 2
11	Корпус	сварной каркас из высокопрочного алюминиевого сплава,

№	Наименование характеристики	Значение (описание) характеристики
		облицованный пластиком
12	Оборудование салона	входная и запасная двери, 30 сидений, туалетная кабина, обогрев и кондиционирование воздуха в салоне, приборы, освещение салона, багажные полки, огнетушитель, аптечка, информационное табло
13	Двигатель: - модель - тип (топливо) - максимальная мощность, кВт - масса, кг - система охлаждения - система управления - нормы токсичности отработавших газов	Cummins ISL G 320 газовый (пропан-бутан) 240 770 жидкостная, закрытая с принудительной циркуляцией жидкости электронная Евро 5
14	Коробка передач: - модель - тип - количество передач переднего хода - масса, кг - система охлаждения - система управления	Allison T280R автоматическая 6 285 встроенный теплообменник «масло-вода» электронная
15	Ходовая система:	

№	Наименование характеристики	Значение (описание) характеристики
	<ul style="list-style-type: none"> - подвеска колес - направляющее устройство - гасители колебаний корпуса 	<p>независимая, на продольных рычагах четыре боковых противосходных ролика, контактирующих с боковыми дорожками качения головок рельсов телескопические амортизаторы</p>
16	<p>Тормозная система:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рабочая - стояночная (и запасная) - вспомогательная 	<p>пневматическая, двухконтурная с АБС пружинные энергоаккумуляторы на задние колеса гидравлический тормоз-замедлитель, моторный тормоз</p>
17	Тормозные механизмы	дисковые
18	Электрооборудование	24 В, генератор, аккумуляторная батарея, приборы внешнего и внутреннего освещения
19	Система отопления воздуха салона	от системы охлаждения двигателя
20	Система охлаждения воздуха салона	кондиционер
21	Система пожаротушения силового отсека	автоматическая, генераторы огнетушащего аэрозоля
22	Устройство сцепное	автоматическое с фрикционным энергогасителем удара
23	Система эвакуации пассажиров	буксировка, переход в эвакуационный модуль, тросовый эвакуатор

7.2. Калькуляция отпускной цены юнибуса

Ориентировочная цена юнибуса определена исходя из условий мелкосерийного производства, стоимости основных узлов, массы изделия, дополнительных затрат на создание опытного образца и изучение потребностей рынка (таблица 7.2).

Таблица 7.2

Ориентировочная отпускная цена юнибуса

№	Наименование статей затрат	на единицу
		Сумма, AUD
1	Сырье и материалы	37 298
2	Покупные комплектующие изделия, полу-фабрикаты и услуги производственного характера	267 070
3	Транспортно-заготовительные расходы	6 405
	Итого материальных затрат	310 773
4	Основная зарплата производственных рабочих	96 340
5	Дополнительная зарплата производственных рабочих	9 634
6	Отчисления на социальное страхование	37 091
7	Отчисления на обязательное страхование	2 119
8	Общепроизводственные расходы	258 190
9	Общехозяйственные расходы	190 753
10	Износ инструментов и приспособлений целевого назначения и прочие специальные расходы – всего	185 936
10.1	в том числе: износ специальной модельной оснастки	104 124
11	Инновационный фонд	32 922
	Итого производственная себестоимость	1 123 758
12	Внепроизводственные расходы	3 371
	Итого полная себестоимость	1 127 129
13	Прибыль (30%)	338 139
	Итого оптовая цена	1 465 268
14	Налоги, сборы и отчисления из выручки (3%)	45 318
	Итого отпускная цена	1 510 586

Исходя из расхода материалов и покупных изделий, необходимых для производства юнибуса, а также их ориентировочной стоимости, сумма материальных затрат на изготовление единицы изделия составила 310 773 AUD, в том числе транспортно-заготовительные расходы – 6 405 AUD. Большая доля затрат – 267 070 AUD – приходится на покупные изделия: двигатель внутреннего сгорания, автоматическую коробку передач, гидропривод вентилятора системы охлаждения, двери с механизмом открывания, систему кондиционирования, тормозную систему, детали облицовки, систему обнаружения утечки газа, сидения, туалетную кабину и др.

Расшифровка материальных затрат представлена в таблице 7.3.

Таблица 7.3

Расшифровка материальных затрат

		<i>на единицу</i>
№	Наименование калькуляционных групп	сумма, AUD
Сырье и материалы		
1	Профилированный алюминиевый сплав	19 674
2	Лакокрасочные материалы	105
3	Прочие материалы	17 519
3.1	в том числе: поликарбонат	14 869
<i>ИТОГО сырья и материалов</i>		<i>37 298</i>
Покупные изделия		
4	Тягово-энергетический блок, ходовая система	90 000
5	Оборудование салона	131070
6	Управляющие системы	36 000
7	Прочие комплектующие узлы	10 000
<i>ИТОГО покупные изделия</i>		<i>267 070</i>
<i>ИТОГО материальных затрат:</i>		<i>304 368</i>
<i>Транспортно-заготовительные расходы</i>		<i>6 405</i>
<i>ВСЕГО материальных затрат</i>		<i>310 773</i>

Заработная плата производственных рабочих определена исходя из трудоемкости изготовления и сборки основных узлов, агрегатов и элементов изделия.

Накладные расходы включают в себя расходы общепроизводственного характера, расходы на разработку конструкторской документации и на административно-управленческие нужды, а также — на износ специальной оснастки, необходимой для изготовления наружной высокоаэродинамичной обшивки корпуса. В таблице 7.4 представлена смета накладных расходов на единицу изделия.

Таблица 7.4

Смета накладных расходов

Статьи расходов	Сумма, AUD
<i>Общехозяйственные расходы</i>	
Затраты на оплату аппарата управления	113 498
в том числе: заработная плата разработчиков конструкторской документации	73 774
Прочие расходы	77 255
Всего общехозяйственных расходов	190 753
<i>Общепроизводственные расходы</i>	
Содержание административно-управленческого персонала	40794
Содержание прочего персонала	12910
Содержание оборудования	30983
Текущий ремонт оборудования	13942
Возмещение износа малоценных быстроизнашиваемых инструментов	47249
Содержание зданий	35114
Амортизация оборудования	41569
Прочие расходы	35630
Всего общепроизводственных расходов	258 190
<i>Износ инструмента и приспособлений целевого назначения и прочие специальные расходы</i>	
в том числе: износ специальной модельной оснастки	104 124
<i>Всего накладных расходов</i>	634 879

Таким образом, ориентировочная отпускная цена высокоскоростного юнибуса в мелкосерийном производстве (с объемом выпуска до 40 шт. в год) составляет 1 510 586 AUD. Цена подлежит уточнению после подготовки производства и изготовления опытного образца.

7.3. Сравнение юнибуса с высокоскоростным пассажирским поездом по удельному энергопотреблению

Исходные параметры и расчетное удельное энергопотребление поезда TGV-NG и юнибуса предоставлены в таблице 7.4.

Таблица 7.4

Сравнение расчетного удельного энергопотребление поезда TGV-NG и высокоскоростного юнибуса

Параметр \ транспортное средство	поезд TGV - NG	юнибус
Контрольное расстояние, км	500	
Максимальная скорость, км/ч	350	340
Время прохождения контрольного расстояния, ч	1,43	1,47
Мощность электродвигателей (газового двигателя для юнибуса), кВт	13200	240
КПД преобразования электроэнергии для питания электродвигателей, %	70%	-
Количество посадочных мест	377	30
Удельное энергопотребление, Вт ч / пасс. км	143,0*	23,6

* Без учета энергопотребления системы кондиционирования воздуха

Из таблицы 7.4 видно, что удельное энергопотребление высокоскоростного юнибуса лучше аналогичного параметра высокоскоростного поезда более чем шесть раз. При этом необходимо отметить, что в удельном энергопотреблении юнибуса учтено энергопотребление системы кондиционирования воздуха в салоне.

7.4. Сравнение юнибуса с междугородным автобусом по годовым затратам на топливо и выбросам токсичных компонентов

В таблице 7.5 предоставлены годовые затраты на топливо юнибуса и междугородного автобуса(объеме и дальность перевозок 100000 пасс/год и 500 км соответственно).

Предполагается, что автобус, прототипом которого может быть любой современный междугородный автобус, например MAN Loin's Regio C –R14, оснащен тем же газовым двигателем Cummins ISL G 320, что и юнибус (см. табл. 7.1, п.13). Остальные основные технические параметры автобуса:

число пассажирских мест	50
скорость движения, км/ч	120
масса, кг	18000
ширина, м	2,55
высота, м	3,4

Таблица 7.5

Сравнение юнибуса с междугородным автобусом по годовым затратам на топливо и выбросам токсичных компонентов

Тип транспорта	Годовые затраты на топливо, млн AUD	Выбросы токсичных компонентов, т / год				
		CO	HC	NO _x	Твердые частицы	Всего
Автобус	163,5	1460,0	336,0	263,0	0,48	2059,5
Юнибус	96,2	860,0	197,0	155,0	0,28	1212,3

Из таблицы 7.5 видно, что годовые затраты на закупку топлива для эксплуатации юнибусов ниже более чем на 67 млн.AUD(т.е. примерно на 41%) по сравнению с аналогичными затратами для автобусов. При этом годовые выбросы токсичных компонентов автобусов будут выше на 847 тонн (т.е. почти на 70%).

8. Анализ альтернативных тягово-энергетических (powerpacks) установок применительно к юнибусу

8.1. Гибридная тягово-энергетическая установка

Серийно изготавливаемой наиболее близкой по паспортной мощности гибридной установкой пригодной для юнибуса является гибридная система Allison E^V 50 DriveTM (см. рис. 8.1), в состав которой входят автоматическая коробка передач со встроенной обрабатываемой электрической машиной, блок накопителей и преобразователь тягового напряжения. Гибридная система Allison E^V 50 DriveTM предназначена для функционирования в паре с двигателем внутреннего сгорания мощностью до 246 кВт. Преимущества системы Allison E^V 50 DriveTM:

- реализация рекуперативного электродинамического торможения;
- экономия топлива около 5,5 % (при наличии на линии двух промежуточных остановок);
- более быстрое достижение максимальной скорости благодаря большой подводимой мощности (до 300 кВт) в период ускорения (время разгона снизится с 10 мин до 5,6 мин);
- обеспечение «чистого» электропривода при необходимости (по требованиям экологии в зоне станций, отказ двигателя внутреннего сгорания на линии);
- снижение выбросов токсичных компонентов на 6 %.

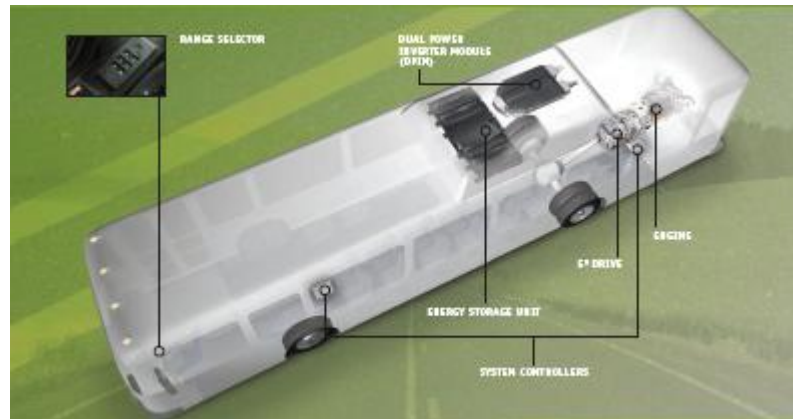


Рис.8.1. Гибридная система Allison E^V 50 Drive™

Наиболее экономичным вариантом использования системы Allison E^V 50 Drive™ в скоростном юнибусе может стать использование ее в паре с газовым двигателем. Годовые затраты на топливо при этом снизятся примерно на 5,2 млн. AUD, а выбросы токсичных компонентов уменьшатся на 78 т/год.

Однако для установки системы Allison E^V 50 Drive™ необходимо предусмотреть дополнительный объем для размещения блока накопителей (0,7 м³) и преобразователя тягового напряжения (0,12 м³). Одновременно возрастет и масса юнибуса на 520 кг.

Стоимость Allison E^V 50 Drive™ составляет на сегодняшний день около 224000AUD без учета стоимости двигателя внутреннего сгорания.

8.2. Электропривод с питанием от контактной сети

Для варианта высокоскоростного юнибуса с максимальной скоростью около 350 км/ч, может быть использован также электропривод на базе асинхронных тяговых электродвигателей, например компании VEM, с питанием от контактной сети. Преимущества такого варианта:

- возможность использования относительно дешевой электроэнергии;
- неограниченный эксплуатационный диапазон юнибуса (по расстоянию);
- отсутствие горючего на борту юнибуса;
- более высокий ресурс асинхронных тяговых электродвигателей в сравнении с двигателями внутреннего сгорания.

Основным недостатком варианта юнибуса с электропитанием от контактной сети является удорожание путевой структуры (в пределах 0,65 - 1,1 млн. AUD/км в зависимости от величины и вида напряжения).

Необходимо отметить, что экономический выигрыш от использования дешевой электроэнергии значительно сокращается из-за относительно высоких потерь (не ниже 30%) на всем тракте преобразования электроэнергии. Так в частности, выигрыш относительно варианта с газовым двигателем (в части затрат на топливо) составит не более чем 32 млн. AUD (34%) в год при цене электроэнергии 0,11 AUD/ кВт ч. Кроме того потребуются дополнительные эксплуатационные затраты на обслуживание тяговых подстанций, контактной сети и участка электропередачи от подстанции до контактной сети.

9. Выводы

9.1. Наиболее оптимальным вариантом исполнения высокоскоростного юнибуса является вариант на 30 посадочных мест. Годовые эксплуатационные расходы парка высокоскоростных юнибусов на 10 посадочных мест выше аналогичных расходов юнибусов на 20 посадочных мест примерно на 65%, а юнибусов на 30 посадочных мест примерно на 100 %. При этом выбросы токсичных компонентов парка высокоскоростных юнибусов на 30 посадочных мест снижаются более чем в 1,4 раза по сравнению с парком высокоскоростных юнибусов на 20 посадочных мест и более чем в 2,0 раза по сравнению с парком высокоскоростных юнибусов на 10 посадочных мест.

9.2. На сегодняшний день целесообразно остановиться на варианте исполнения юнибуса с максимальной скоростью 350 км/ч, а путевую структуру выполнить с запасом по скорости до 450 - 500 км/ч, что позволит в будущем (по мере появления более эффективных энергетических установок) без ухудшения удельного параметра «Масса транспортного средства/Количество пассажиров» достичь более высоких скоростей движения.

9.3. Наиболее экономически целесообразным видом топлива двигателей внутреннего сгорания высокоскоростных юнибусов в условиях Австралии на сегодняшний день является сжиженный нефтяной газ (смесь газов пропана и бутана).

Эксплуатационные расходы парка юнибусов (исполнение по скорости 350 км/ч) при использовании в качестве топлива смесь газов пропана и бутана, снижаются более чем на 60% по сравнению с использованием дизельного топлива и бензина.

9.4. Ориентировочная отпускная цена высокоскоростного юнибуса в мелкосерийном производстве (с объемом выпуска до 40 шт. в год) составит около 1, 5 млн. AUD. Цена подлежит уточнению после подготовки производства и изготовления опытного образца.

9.5. Удельное энергопотребление варианта конструктивного исполнения высокоскоростного юнибуса меньше аналогичного параметра высокоскоростного поезда типа TGV – NG более чем шесть раз.

9.6. Годовые затраты на топливо для юнибусов по сравнению с парком автобусов оснащенных аналогичными газовыми двигателями, что и юнибусы, ниже более чем на 67 млн. AUD (т.е. примерно на 41%). При этом выбросы токсичных компонентов автобусов в год будут выше на 847 тысяч тонн (т.е. почти на 70%).

9.7. В качестве альтернативной тягово-энергетической установки для юнибуса может быть рассмотрена дополнительно гибридная система Allison EV 50 Drive TM, которая позволит при наличии на расстоянии 500 км двух промежуточных остановок сократить расходы топлива примерно на 5,5 % и выбросы токсичных компонентов на 6 % при увеличении стоимости юнибуса примерно на 12 %. Кроме того, гибридная система Allison EV 50 Drive TM может обеспечить снижение времени разгона до максимальной скорости почти в два раза, а также движение на электроприводе.

9.8. Электропривод с питанием от контактной сети, как альтернативный вариант привода на сегодняшний день наименее рентабелен вследствие высокой стоимости электрификации путевой структуры.