

# Конструкция и динамика трехосного автобуса ярославского автозавода

Инж. В. ОСЕПЧУГОВ

# ЯА-2

Летом 1932 г. на Ярославском заводе было спроектировано и построено трехосное шасси под автобус на 50 мест—ЯА-2, эксплуатируемый с конца прошлого года Ленкомтрансом в г. Ленинграде (см. рис. 1).

Об эксплуатационных качествах этой новой машины, ее достоинствах и недостатках сообщают ленинградцы.

Цель статьи—дать описание конструкции и разбор динамики. Многоместный автобус, имея ряд эксплуатационных преимуществ, несомненно найдет себе применение в Советском союзе.

В ближайшие годы мы их будем строить и естественно, что вопрос о качестве нашей будущей продукции должен интересовать не только работников завода, но и всех работников автомобильного транспорта.

Диаметр всех валов одинаков и равен 45 мм.

В систему включены семь карданных соединений, из которых 1, 2, 3, 4 и 6 универсальные, т. е. имеют шлицовые соединения с валом и допускают осевое перемещение вала.

Универсальное карданное соединение типа «Мекеник» несколько проще в изготовлении, нежели кардан типа «Спайсер» производившийся ранее на заводе. Кроме того он допускает большой угол между валами.

Подвеска задней тележки—балансирная. Тем самым обеспечена приспособляемость ведущих колес к неровностям пути.

При перекосах задних мостов карданы 4, 5, 6 и 7 работают под большими углами, доходящими до 30°.

Кардан типа «Мекеник» допускает подобные углы.

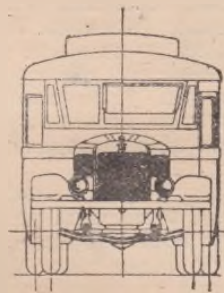
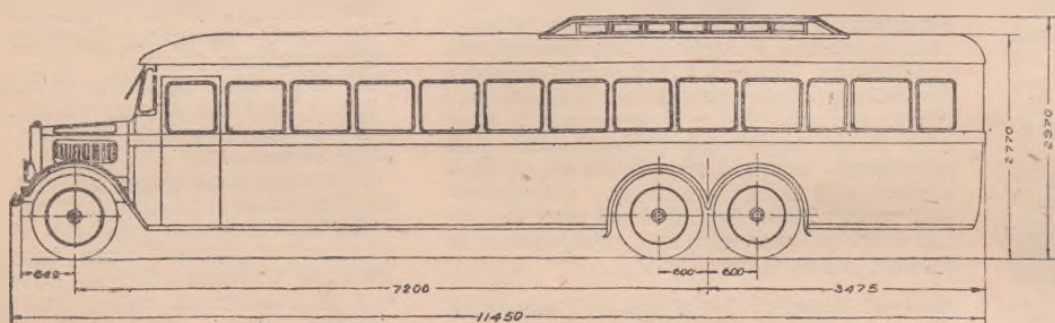


Рис. 1.

## Конструкция ЯА-2

На шасси ЯА-2 установлен импортный силовой агрегат: двигатель Геркулес УХС-3, имеющий следующие данные:

Число цилиндров—6.

Диаметр и ход поршня— $4\frac{3}{8} \times 4\frac{1}{4}$ .

Литраж—7,85 л.

Мощность—103/30 л. с.

Число оборотов—2 200 об/мин.

Смазка—смешанная под давлением и разбрызгиванием.

Охлаждение—принудительное.

Подача бензина—диафрагменным насосом.

Зажигание—батарейное.

Сцепление—фирмы «Браун-Лайп» сухое, многодисковое.

Коробка передач—«Браун-Лайп» тип 554 четырехскоростная, со скользящими шестернями.

Двигатель из одной серии с типом УХС (отличается от последнего расточенными цилиндрами), достаточно проверенный в эксплуатации на машинах Я5, Я6 и Я10.

Основные данные по шасси следующие:

База—7 200/1 200 мм.

Колея передних колес—1 750 мм.

Колея задних колес—1 844 мм.

Низшая точка от грунта—275 мм.

Габарит: длина—11 450 мм.

Габарит: ширина—2 440 мм.

Габарит: высота—2 970 мм.

Колеса—дисковые, стальные; задние—двойные.

Шины пневматики «корд безбортовые», размер  $40 \times 8$ .

Обе оси задней тележки ведущие.

Управляемая передняя ось.

Радиус поворота—14,5 м.

Передача на ведущие оси—карданная.

Большая база усложнила трансмиссию. Так как длинные валы, подверженные большим скручивающим напряжениям и вибрациям, потребовали бы большого диаметра, что привело бы к увеличению веса, пришлось трансмиссионный вал разделить на четыре куска.

На рис. 2 изображена кинематическая схема шасси—ЯА-2.

На схеме видны три горизонтальных карданных вала, один наклонный и один между мостами тележки.

## Длина валов

|     |         |
|-----|---------|
| I   | 900 мм  |
| II  | 1 200 " |
| III | 1 450 " |
| IV  | 897 "   |
| V   | 387 "   |

Валы I, II и III работают в более спокойных условиях, их отклонения возможны только при перекосах рамы. Здесь кардан «Мекеник» с успехом может быть заменен «мягким»—резиновым карданом. Кардан этот дешевле, вынослив, а главное не требует за собой ухода.

Пробные образцы мягкого кардана, изготовленные на заводе, показали хорошие качества.

Крутящий момент двигателя через сцепление, коробку передач и карданные валы подводится к ведущей конической шестерне двойного перебора переднего моста задней тележки (см. рис. 2).

Полуоси съемные, плавающие.

На рис. 3 даны две проекции переднего моста тележки.

Сцепной вес передается на грунт через четыре двойных колеса, при этом автомобиль полностью использует мощность двигателя, оказывает меньшее разрушающее действие на шоссе, меньше склонен к заносам.

Для того чтобы использовать все преимущества двухосной тележки, подвеска ее выполнена балансирной с тем, чтобы колеса приспособлялись к неровностям пути.

На рис. 4 дан вид подвески сбоку.

Из рисунка понятна конструкция подвески. К раме приклепаны два кронштейна, в которых закреплена стальная труба—ось подвески. На свободные концы оси посажены балансиры, удерживаемые кольцевыми шпонками и гайками. К верхней и нижней площадкам балансира стремлянками присоединены две полуэллиптические перевернутые рессоры в 10 листов, размера  $10 \times 89$ , и дополнительная рессора в 6 листов, того же размера.

На рукавах мостов монтированы бронзовые опорные полушары и башмаки, соединенные с рессорами рессорными пальцами.

В выполненной так конструкции толкающие усилия от мостов передаются на ось подвески и раму через двойные рессоры.

Скручивающие усилия как обычно воспринимаются реактивными штангами, по одной на мост, и передаются на поперечину рамы. Реактивные штанги видны на рис. 4.

Кроме подъема оси параллельно раме возможен подъем одного колеса. Ось принимает наклонное положение, но рессоры, закрепленные на оси подвески, остаются параллельными раме.

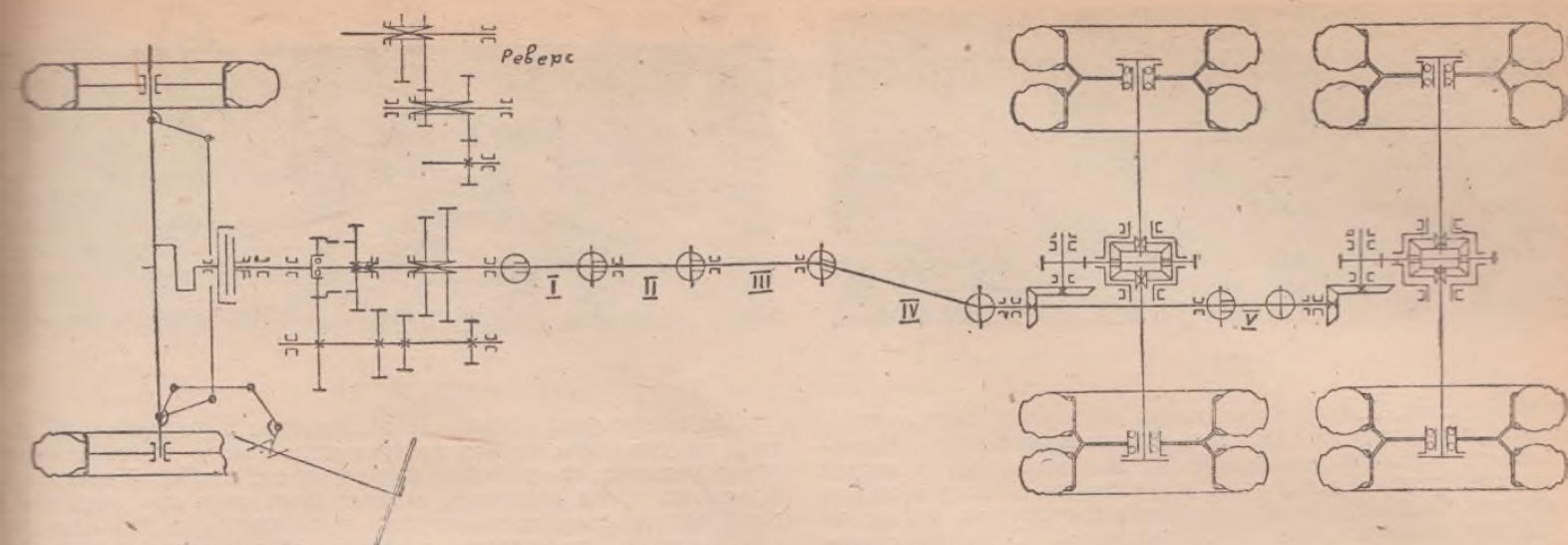


Рис. 2.

шмики, монтированные на шаровых опорах, могут принимать по отношению к оси наклонное положение и слегка передвигаться вдоль ее.

Для езды по скользкой дороге задние колеса допускают при-  
менение гусениц.

Управляемы только передние колеса. Схема рулевого управ-  
ления видна из рис. 2.

Руль слева (выпуска 1932 г. типа «Росс») работает по принци-  
пу винт и рычаг, обеспечивая легкое и надежное управление.

Передние колеса имеют развал 4%.

Над передней осью—160 мм.

Производственные возможности завода не позволили сделать  
штампованную раму. Завод пошел по пути комбинированного  
применения клепки и сварки.

Из швеллеров, угольников и полосового железа составлен  
профиль лонжеронов.

Каждый лонжерон составлен из 18 кусков, сваренных и скре-  
пленных между собой так, что в сумме они дали раму нужного  
профиля, размеров и прочности.

К такой комбинации многие относились весьма недоверчиво.

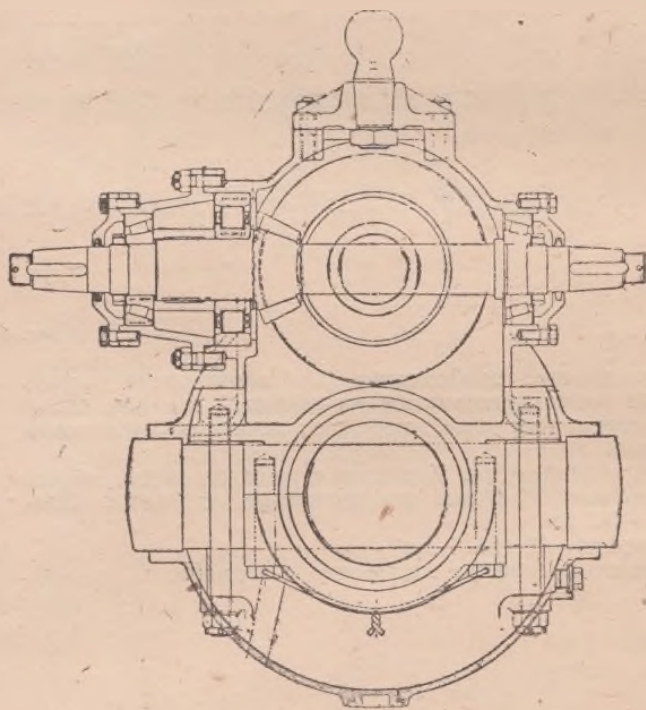
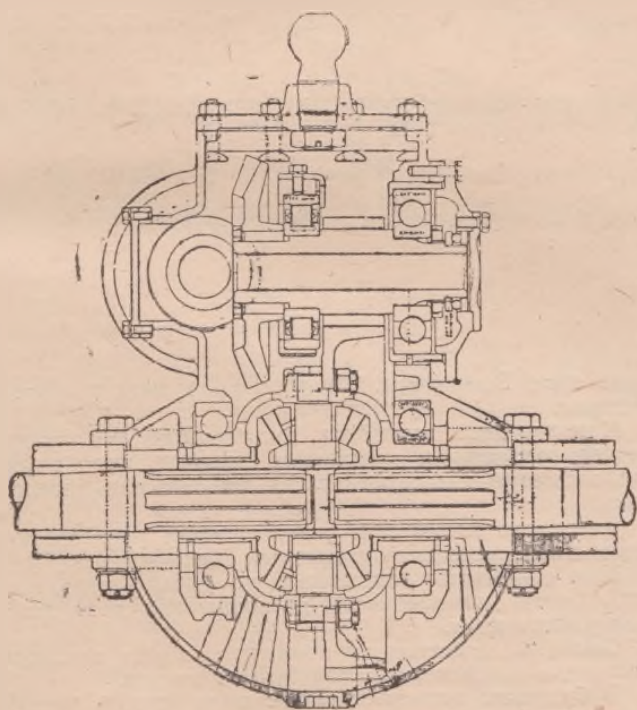


Рис. 3.

Передняя ось взята со стандартной машины.

Передняя рессора полуэллиптическая: два коренные листа ее  
размер  $76 \times 10$  мм, восемь других листов и два накладных  
листа, играющих роль амортизатора, имеют размер  $76 \times 8$  мм.

Крепление передней рессоры к раме видно из рис. 5.  
Наличие усиленных коренного и подкоренного листов и на-  
кладных листов, заглушающих колебания, дает достаточную  
жесткость при сохранении мягкости подвески, что для автобусов  
необходимо.

Рессоры как передняя, так и задняя в действительности  
достаточно мягкими.

Рамы автобусов (рис. 6) с конструктивной стороны пред-  
ставляют большой интерес.

Для снижения пола, рама имеет выгибы над передней и зад-  
ней осями.

Общая длина рамы—11 195 мм.

Ширина сечения в средней части—280 мм.

Ширина задней тележки—310 мм.

Однако и заводские испытания и эксплуатация автобуса в Ле-  
нинграде показали достаточную прочность рамы.

Успешное применение сварки открывает перспективу в буду-  
щем производить раму, сваренную из отдельных штампованных  
частей. При той же прочности это даст значительную экономию  
в весе.

Автобус ЯА-2 имеет две независимые системы торможения.

Ручной привод на центральный тормоз, укрепленный на вто-  
ричном валу коробки передач.

Диаметр барабана—280 мм.

Ширина ферродо—100 мм.

На рис. 7 дана схема тормозной системы.

Ножной привод, с включением серво-вакуум, действует на все  
колеса задней тележки. На заднюю ось задней тележки продол-  
жается механический привод. На схеме видна сложность в си-  
стеме тяг и рычажков. Это вызвано тем, что тормозное усилие  
передается на ось, которая по отношению рамы имеет различ-

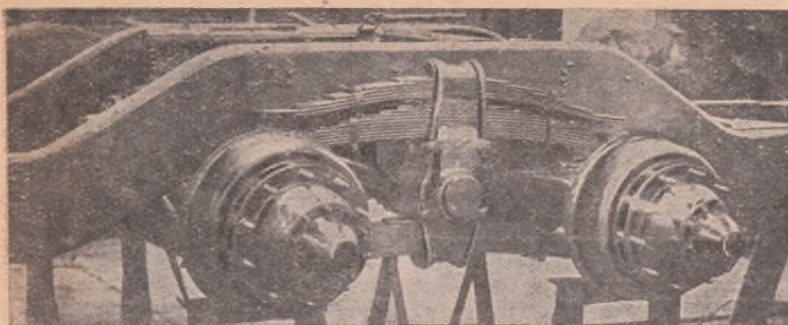


Рис. 4.

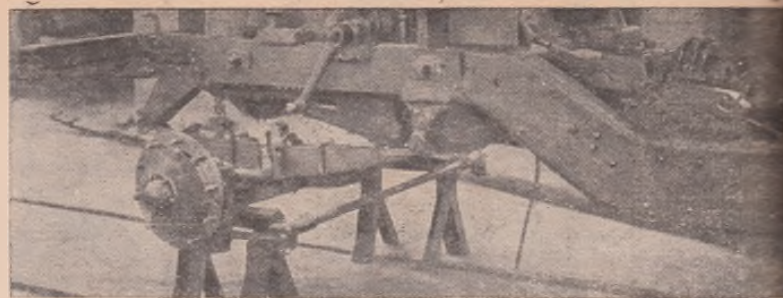


Рис. 5.

ные перемещения. Данная конструкция учитывает влияние перекосов осей и обеспечивает передачу усилия и исключает возможность захвата тормозов при перекосах. Для этого тяги *a* имеют шаровое сочленение с рычагами *b* и некоторую свободу в осевом направлении. Сконструировать подобную передачу на переднюю ось тележки оказалось еще затруднительней. С другой стороны, усилия водителя, хотя и увеличенного через серво-вакуум, оказалось бы недостаточно для передачи на четыре колеса. Это заставило, используя разряжение серво-вакуум тормоза, установить на переднюю ось два пневматических тормоза. Соединенный трубопроводом с главным серво-вакуум тормозом пневматический тормоз пропорционально силе нажатия ноги шофера получает большее или меньшее разряжение и перемещение поршня

Обе схемы дают достаточно интенсивное торможение, но при этом вакуум-серво тормоз требует тщательного ухода и имеет тот недостаток, что работает только вместе с работой двигателя. В момент, когда двигатель глохнет (например, при подъеме в гору) вакуум-серво автоматически выключается и для создания необходимого тормозного момента от водителя потребуются усилия в три слишком раза большее нормального, порядка 150 кг.

Развить такое усилие водитель не сможет, и следовательно в такой критический момент ножной тормоз фактически бездействует, оставляя автобус с одним центральным тормозом. Пусть редко, но такой случай возможен, и он потребует большой ловкости и находчивости со стороны водителя. В перспективе надо иметь установку на подобное шасси воздушного тор-

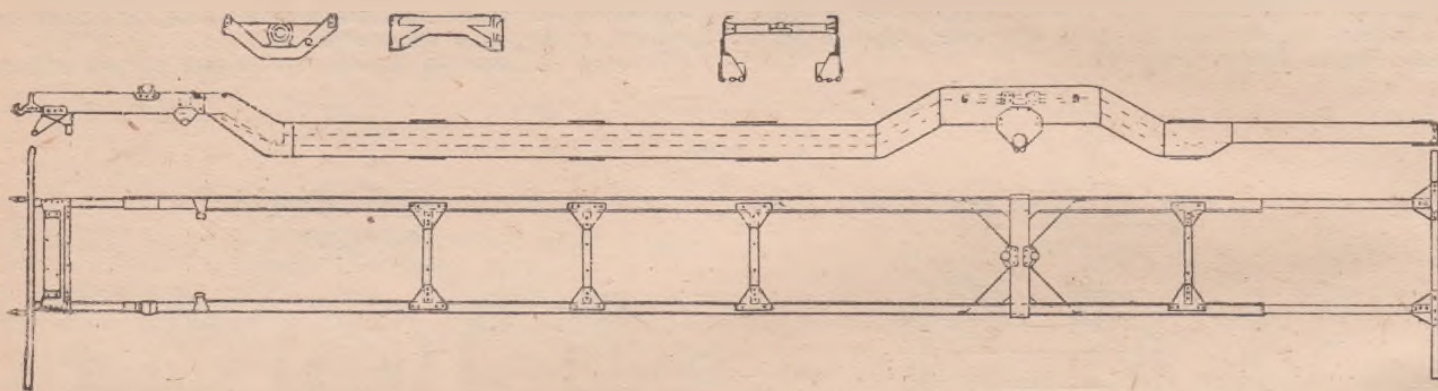


Рис. 6.

в цилиндре, создающее необходимые для торможения усилия. Пневматические тормоза укреплены на передней оси тележки и через тяги и рычаги (см. рис. 7) передают усилие на разжимные пальцы тормозов.

Тормоза двухколесные. Колодки чугунные, литые, обиты ферродо. Тормозные барабаны штампованные, стальные. Диаметр барабана—442 мм.

Ширина ферродо—4" (106,6 мм).

На рис. 5 видно положение вакуум-серво тормоза.

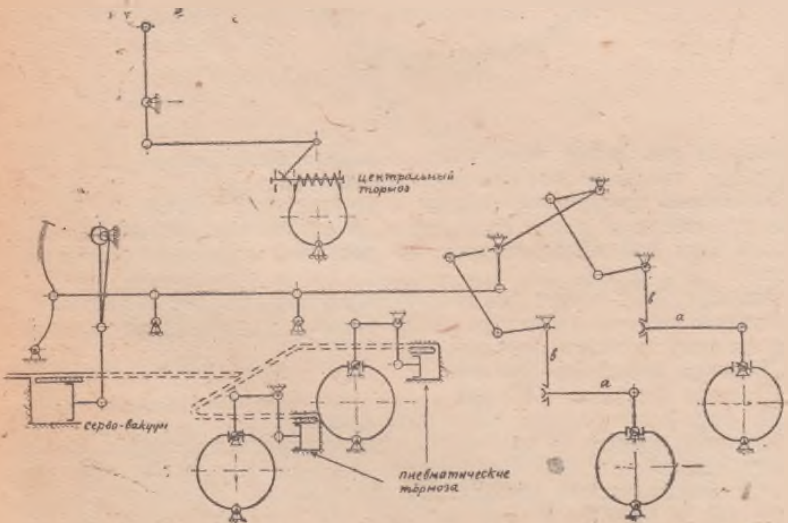


Рис. 7.

моза типа Вестингауз. Такой тормоз дает полную надежность системы.

К недостаткам автобуса, подлежащим исправлениям и переконструированию в следующих моделях, надо отнести высокое расположение трансмиссии. Вся трансмиссия расположена выше пола.

Благодаря этому при распределении мест сделаны два прохода, а по середине двухместные сидения.

При снижении трансмиссии до уровня пола можно достигнуть более рационального расположения мест даже с некоторым увеличением.

Снижение трансмиссии возможно за счет снижения и наклона двигателя и перевертывания задних мостов.

В будущем возможен вынос руля вперед, что даст увеличение числа мест и увеличит видимость для водителя.

Наконец необходимо в дальнейшем предусмотреть отопление автобуса.

Описываемая модель является опытной, но уже из предварительного осмотра ее видно, что проведя ряд улучшений можно получить вполне надежную, отвечающую требованиям безопасности и комфорта конструкцию.

### Динамика ЯА-2

Под динамикой автомобиля подразумевают совокупность качеств, характеризующих его ездовые свойства.

Сюда относятся: максимальная скорость; запас мощности; подъем в %, преодолеваемый машиной; динамический фактор, представляющий отношение тяги за вычетом сопротивления воздуха к полному весу автомобиля и устанавливающий зависимость между скоростью движения автомобиля и способностью его разогнаться и преодолеть сопротивление пути; ускорение; время и путь разгона.

Все эти данные определяются либо лабораторным путем либо теоретически.

Динамика автомобиля является функцией характеристики двигателя, передаточных отношений трансмиссии и полного веса. Ориентировочно вес шасси ЯА-2 с кузовом равняется—9 000 кг. Автобус имеет 52 места для сидения. Нормально он может вместить 80 человек. Для динамического расчета следует принять вес пассажиров, исходя из числа мест для сидения. Принимая в среднем вес пассажира в 75 кг, получим полезный груз  $75 \times 52 = 3900$  кг. Таким образом полный вес автобуса будет равен приблизительно 13 000 кг. Передаточные отношения трансмиссии следующие:

| Передача       | Передаточн. отношения в коробке передач | Передаточн. отношение в заднем мосту | Общес   |
|----------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|---------|
| Зверс. . . . . | 8.28:1                                  | —                                    | 72.86:1 |
| 1 . . . . .    | 7.28:1                                  | —                                    | 64.04:1 |
| 2 . . . . .    | 3.51:1                                  | 8.8:1                                | 30.88:1 |
| 3 . . . . .    | 1.89:1                                  | —                                    | 17.51:1 |
| 4 . . . . .    | 1.00:1                                  | —                                    | 8.80:1  |

На автобус установлен двигатель Геркулес УХС-3 на 103 л. с. при 2 200 об/мин.

Для сравнения параллельно с основным приведен расчет на второй двигатель фирмы Континенталь типа 22R со следующими данными:

|                                |                                      |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| Число цилиндров . . . . .      | 6                                    |
| Диаметр и ход поршня . . . . . | $4\frac{1}{2} \times 5\frac{1}{4}$ " |
| Объем . . . . .                | 8,19 л.                              |
| Мощность . . . . .             | 120/31.1 л. с.                       |
| Число оборотов . . . . .       | 2 400 об/мин.                        |

Характеристики этих двигателей даны на рис. 8. Сплошная линия в этой и других диаграммах соответствует двигателю Геркулес УХС-3, пунктирная—двигателю Континенталь 22R.

Кривые  $N_e$  характеризуют эффективную мощность в зависимости от числа оборотов.

Кривые  $N_k$  дают мощность на ведущих колесах и получены по формуле.

$$N_k = \eta_{тр} N_e,$$

где  $\eta_{тр} = 0,84$  — к. п. д. трансмиссии.

Вычитаем из мощности на ведущих колесах сумму сопротивлений: качению  $N_f$ , определенную по отношению к среднему весу, характеризуемому коэффициентом трения качения  $f = 0,023$ ; сопротивлению воздуха— $N_w$ .

Полученное значение запаса мощности может быть использовано на преодоление подъема и на разгон автомобиля.

На рис. 8 ординаты между кривыми  $N_f + N_w$  и  $N_k$  дают значения запаса мощности.

Максимальное значение запаса мощности для обоих случаев соответствует 1 600 об/мин. и равно для Геркулеса 28,5 л. с., для Континенталь—32,5 л. с. при максимальных числах оборотов, ограниченных регулятором для Геркулеса—16,1 л. с., для Континенталь—21,0 л. с.

Максимальная скорость автобуса равна 47,4 км/час.

При постановке двигателя Континенталь с числом оборотов 2 400 скорость равна 51,7 км/час.

О том, какова динамика в данных пределах скоростей, можно видеть из рис. 9.

На рис. 9 дана динамическая характеристика.

Пунктирная кривая, соответствующая двигателю Континенталь 22R, дает более ровную и выпуклую характеристику и на низких оборотах заметно выше сплошной кривой. Таким образом автобус способен преодолевать подъем и набирать ускорение на больших скоростях, что повысит среднюю скорость движения.

Получены  $D$  между прямой  $f = 0,023$  и соответствующими кривыми  $N_k$  на различных передачах в коробке в зависимости от скорости езды.

Из этих значений придем величины динамического фактора для других типов грузовой машины на прямой передаче можно считать нормальными.

|                                                      |                                |
|------------------------------------------------------|--------------------------------|
| на прямой передаче . . . . .                         | $D_{\text{макс.}} = 5$ до 4%   |
| на первой передаче (без демультипликатора) . . . . . | $D_{\text{макс.}} = 30$ до 40% |
| на второй передаче . . . . .                         | $D_{\text{макс.}} = 15$ до 20% |
| на третьей передаче . . . . .                        | $D_{\text{макс.}} = 10$ до 15% |
| на четвертой передаче . . . . .                      | $D_{\text{макс.}} = 5$ до 10%  |

Следует помнить, что эти цифры в указанных пределах.

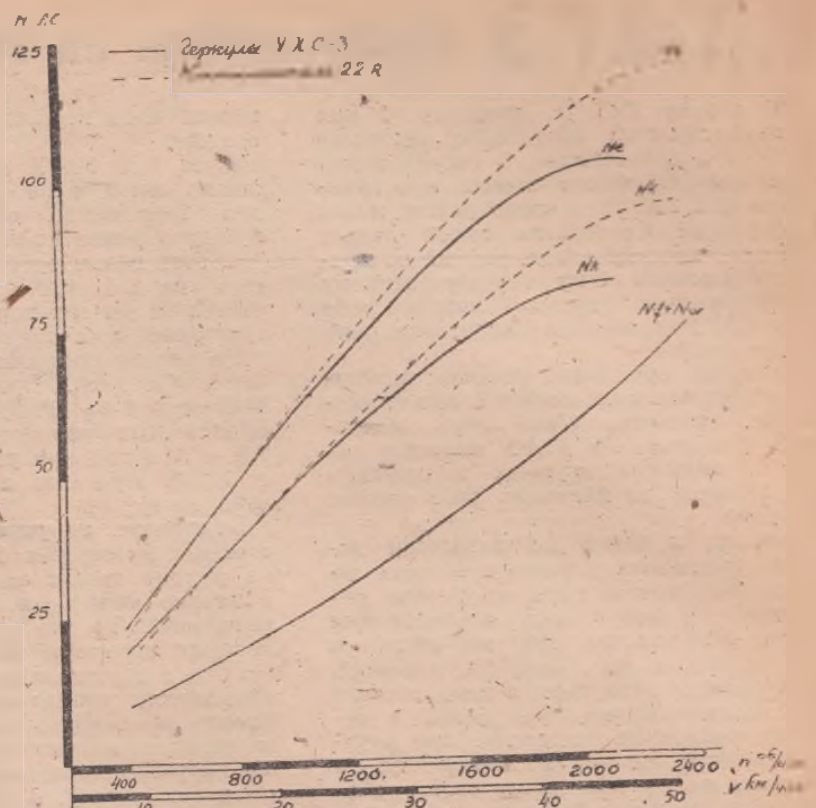


Рис. 8.

Автобус ЯА-2 можно отнести к классу автомобилей между 5 и 8 тоннами полезной грузоподъемности, так как кроме веса пассажиров порядка 4 т, шасси несет кузов весом около 3 т.

Если подойти к таким критериям, то значения динамического фактора в обоих случаях вполне удовлетворительны.

Значения фактора следующие:

| Двигатель                  | На прямой $D_{\text{макс.}}$ | На первой $D_{\text{макс.}}$ |
|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Геркулес УХС-3 . . . . .   | 4,6%                         | 34,4%                        |
| Континенталь 22R . . . . . | 4,7%                         | 34,8%                        |

На рис. 9 параллельно оси абсцисс проведена пунктирная прямая, соответствующая сопротивлению трения качения  $f = 0,023$ .

Ординаты от этой прямой до пересечения с кривыми  $N_k$  дают значения динамического фактора, который может быть использован на разгон автомобиля (окончание статьи см. стр. 154).

