

# Ш И Н Ы

ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ  
ПОВЫШЕННОЙ  
ПРОХОДИМОСТИ

ГОСХИМИЗДАТ  
МОСКВА · 1960

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ШИИНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С. М. ЦУКЕРБЕРГ, С. П. ЗАХАРОВ, Б. В. НЕНАХОВ,  
Э. Е. АБРАМОВА

ШИНЫ  
ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ  
ПОВЫШЕННОЙ  
ПРОХОДИМОСТИ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ХИМИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
Москва · 1960

Брошюра предназначена для работников автомобильной и шинной промышленности и для работников автотранспорта.

В ней рассмотрены основные вопросы устройства, изготовления и работы шин специальных конструкций: с регулируемым внутренним давлением, арочных, пневмокатков и др., резко повышающих проходимость автомобилей и самоходных машин.

*К ЧИТАТЕЛЮ*

*Издательство просит присылать Ваши замечания  
и отзывы об этой книге по адресу:  
Москва, К-12, Новая площадь, 10, подъезд 11  
Госхимиздат*

## ВВЕДЕНИЕ

В последнее время особенно остро возникла потребность в шинах, наиболее приспособленных для заданных условий эксплуатации. Возросла потребность в разнообразных типах шин в зависимости от дорожных и климатических условий, а также режима эксплуатации. Значительное распространение получают шины специальных конструкций. К ним относятся, например, шины с регулируемым давлением, арочные, пневмокатки и др. для автомобилей, работающих в условиях бездорожья и на труднопроходимых участках (болотистая местность, снежная целина и др.).

Большая протяженность транспортных путей и одновременно недостаточное количество дорог с твердым покрытием выдвигают на одно из первых мест задачи повышения проходимости автомобилей и самоходных машин.

Некоторое повышение проходимости автомобилей и других самоходных машин может быть достигнуто изменением (довольно значительным) конструкции машин: увеличением числа ведущих осей, введением механизма блокировки дифференциала, увеличением просвета, применением дополнительных механизмов (лебедки и другие самовытаскиватели) и пр.; при необходимости резкого повышения проходимости применяются системы на гусеничном ходу.

Недавно выявилась возможность резкого повышения проходимости автомобиля за счет применения новых типов автомобильных шин.

Шины могут иметь решающее значение в повышении проходимости автомобиля при движении по мягким и переувлажненным грунтам. В таких дорожных условиях шины специальных конструкций обеспечивают резкое повышение проходимости, и колесные машины в этом случае не уступают по проходимости машинам на гусеничном ходу.

Обычная автомобильная пневматическая шина (для грузовых автомобилей) состоит из покрышки, камеры и ободной ленты. Основные детали шины показаны на рис. 1.

Покрышка представляет собой резино-тканевую оболочку, которая непосредственно соприкасается с дорогой, передает крутящий и тормозной моменты и воспринимает все силы взаимодействия между автомобилем и дорогой. Покрышка также служит для защиты камеры от повреждений.

Камера представляет собой кольцообразную замкнутую резиновую трубку и служит для удержания в шине сжатого воздуха. Накачивание камеры производится через закрепленный на ней вентиль.

Ободная лента — плоская резиновая лента (иногда фигурного сечения) применяется при монтаже покрышки на плоский обод со съемной закраиной и предохраняет камеру от защемления и перетираания бортами покрышки. При глубоких (неразъемных) ободах ободная лента не применяется.

Каркас покрышки состоит из четырех и более слоев прорезиненного корда, в зависимости от размера покрышки, нагрузки и внутреннего давления. Для изготовления корда ранее применялось преимущественно хлопчатобумажное волокно, которое в последние годы вытесняется искусственным волокном — вискозой, синтетическими волокнами — капрон, нейлон и др., а также кордом, изготовленным из стальных проволок (металлокорд).

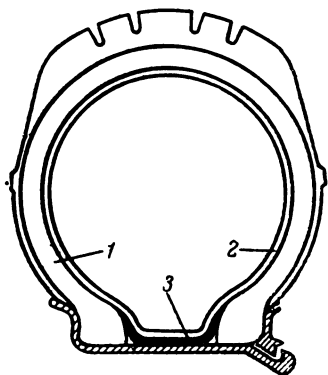


Рис. 1. Автомобильная пневматическая шина (разрез) для грузового автомобиля:

1 — покрышка; 2 — ездовая камера; 3 — ободная лента.

Протектор — массивный резиновый слой в беговой части покрышки. Протектор предохраняет каркас от повреждений, повышает износоустойчивость шины. Для улучшения сцепления шины с дорогой протектор имеет рисунок, состоящий из сочетания выступов и канавок. Рисунок повышает также эластичность покрышки и снижает

напряжения в элементах каркаса. Между протектором и каркасом имеется брекер (в некоторых конструкциях отсутствует), состоящий из одного-двух слоев прорезиненного корда. Брекер улучшает связь протектора с каркасом и усиливает каркас покрышки в протекторной зоне. Боковые части каркаса защищаются от повреждений и влаги резиновыми боковинами.

Надежная посадка покрышки на обод колеса осуществляется жесткими бортами, имеющими для прочности сердечники в виде проволочных колец.

## РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИЙ ШИН, ПОВЫШАЮЩИХ ПРОХОДИМОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ

В тяжелых дорожных условиях, при работе автомобиля по мягким грунтам проходимость автомобиля определяется главным образом удельным давлением в месте контакта колеса с

грунтом, величиной площади контакта и сцеплением шины с дорогой.

От удельного давления зависит образование колеи (величина погружения колеса в грунт). Величина площади контакта определяет так называемую «плаучность» шины, т. е. возможность движения автомобиля в зависимости от несущей способности грунта. Сцепление шины с дорогой ограничивает величину тягового усилия на ведущих колесах.

При создании шин, повышающих проходимость автомобиля, стремятся достичь оптимальных значений указанных выше показателей. Проходимость по мягким грунтам улучшается при уменьшении удельного давления в месте контакта колеса с грунтом, при увеличении площади контакта и коэффициента сцепления шины с дорогой. Проходимость автомобиля можно оценивать по соотношению величин необходимого тягового усилия для качения колес и тягового усилия, организуемого сцеплением с дорогой. Условия движения характеризуются при этом следующим неравенством\*:

$$P_{\varphi} > P_{\kappa} > P_f$$

где  $P_{\varphi}$  — сила сцепления шины с дорогой;

$P_{\kappa}$  — тяговое усилие на ведущем колесе;

$P_f$  — сила сопротивления качению колеса.

Величины  $P_{\varphi}$  и  $P_f$  на протяжении пути непрерывно изменяются. В условиях тяжелых, но проходимых дорог они близки, а иногда  $P_f$  на некоторых участках становится больше  $P_{\varphi}$ . В этих случаях можно продолжать движение, только используя инерцию автомобиля. Движение при близких величинах  $P_{\varphi}$  и  $P_f$  также затруднительно, так как водитель должен достаточно точно выбирать режим вождения для того, чтобы величина тягового усилия  $P_{\kappa}$  непрерывно находилась между величинами  $P_{\varphi}$  и  $P_f$ . В связи с этим чрезвычайно важно повысить  $P_{\varphi}$  и снизить  $P_f$ . В значительной мере это может быть достигнуто применением специальных шин. На мягких грунтах величина  $P_{\varphi}$  определяется поверхностным трением шины и главным образом зацеплением выступов (грунтозацепов) протектора за грунт. Величина  $P_f$  зависит в этих условиях от ряда факторов, но решающим является степень погружения шины в грунт. Последнее в основном определяется удельным давлением шины на дорогу и площадью контакта.

В целях достижения наименьшего удельного давления конструкция шин должна допускать работу при резко сниженном внутреннем давлении воздуха.

Увеличение площади контакта может достигаться изменением габаритов шины (наружного диаметра и ширины про-

\* Полагая, что путь горизонтален и скорости движения невелики, имеем: 1) усилие, необходимое для преодоления подъема  $P_i = 0$ ; 2) усилие, необходимое для преодоления сопротивления воздуха  $P_w$ , приближенно равно нулю.

филя). Однако большой наружный диаметр шины нежелателен ввиду зависимости этого параметра от общей конструкции автомобиля, поэтому чаще увеличивают ширину профиля шины.

Хорошее сцепление шины с грунтом достигается также (при движении по мягким грунтам) благодаря грунтозацепам. Форма и расположение грунтозацепов в специальных рисунках протектора шин, повышающих проходимость автомобиля, обеспечивают хорошие условия для работы грунта на срез, а также для самоочистки впадин рисунка от грунта.

Создание шин, повышающих проходимость автомобилей, ведется в СССР примерно с 1930 г. За это время были разработаны следующие типы шин, повышающих проходимость автомобиля: шины «сверхбаллон»; шины обычной конструкции, но с грунтозацепами; шины с регулируемым внутренним давлением воздуха; арочные шины; пневмокатики.

**Шины «сверхбаллон».** Первые работы по созданию шин повышенной проходимости для «вездеходных» машин проводились Институтом резиновой промышленности еще в 30-х годах. В то время были сконструированы так называемые шины «сверхбаллон» (800×250), предназначенные для автомобилей ГАЗ-А, взамен стандартных шин 4,75—19 (рис. 2).

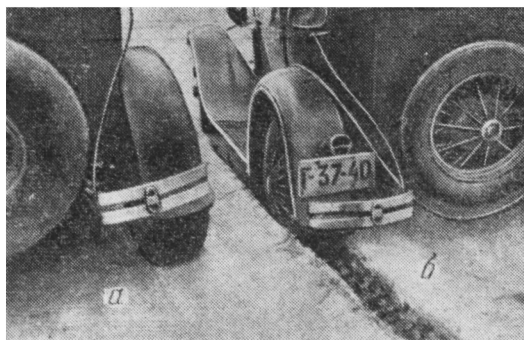


Рис. 2. Автомобили на обычных шинах и на шинах «сверхбаллон»:

а — шины «сверхбаллон», б — обычные шины

Испытания шин «сверхбаллон», проведенные в 1933 г. на автомобилях ГАЗ-А в пустыне Кара-Кум, показали, что проходимость автомобиля на шинах «сверхбаллон» при движении по песку и другим мягким грунтам намного лучше, чем на обычных шинах. Это было достигнуто за счет сильного увеличения ширины профиля шины (приблизительно на 80% по сравнению с обычной шиной) и снижения внутреннего давления до 0,8—1,0 ат (в обычных шинах внутреннее давление было 2,0—2,5 ат).



В связи с этим площадь отпечатка на дороге шины «сверхбаллон» была значительно (примерно в три раза) больше, чем у обычной шины (рис. 3), и соответственно меньше удельное давление этой шины на грунт.

Однако применение шин «сверхбаллон» было связано с серьезными конструктивными изменениями автомобиля (конструкции ступицы, рулевого механизма, крыльев и т. д.), а также с ухудшением его эксплуатационных качеств при езде по твердой дороге. В связи с этим шины этого типа не нашли дальнейшего применения.

**Шины обычной конструкции, но с грунтозацепами** (рис. 4) выпускаются с 1941 г. и широко применяются на обычных автомобилях и автомобилях повышенной проходимости, работающих в тяжелых дорожных условиях. Конструкция шин обеспечивает также работу автомобиля при движении по твердым покрытиям. Относительная универсальность этих шин предопределила их сравнительно широкое распространение.

Такие шины дают возможность при высоте грунтозацепов 15—25 мм повысить сцепление колес с мягким грунтом в 1,5—2 раза по сравнению с обычными шинами.

Следует, однако, отметить, что шины этой конструкции не дают такого повышения проходимости автомобилей и самоходных машин, которое обеспечивало бы движение их по заснеженным, заболоченным, рыхлым и другим грунтам, где необходимо резкое снижение удельного давления шины на грунт, плохо работающий на срез. В таких дорожных условиях резко повышают проходимость самоходных машин и автомобилей шины с регулируемым внутренним давлением воздуха, арочные шины, пневмоклатки и другие специальные шины, которые имеют большую ширину профиля и, кроме того, могут работать при весьма низком внутреннем давлении воздуха.

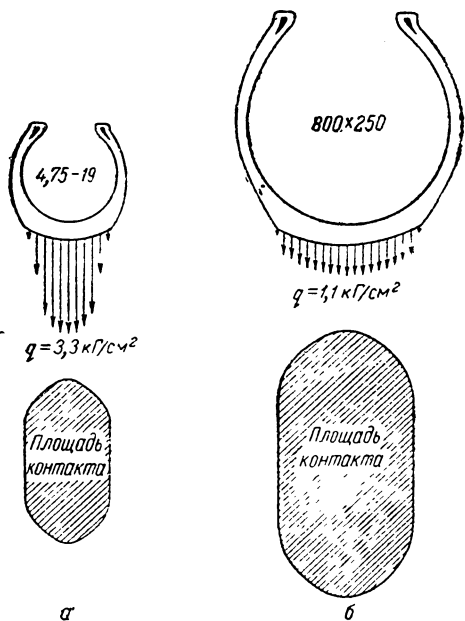


Рис. 3. Площадь контакта с дорогой и среднее удельное давление на площади опоры шины «сверхбаллон» и обычной шины:

а — обычная шина 4,75—19 (внутреннее давление 2,5 кг/см<sup>2</sup>, среднее удельное давление 3,3 кг/см<sup>2</sup>); б — шина «сверхбаллон» 800×250 (внутреннее давление 0,8 кг/см<sup>2</sup>, среднее удельное давление 1,1 кг/см<sup>2</sup>).

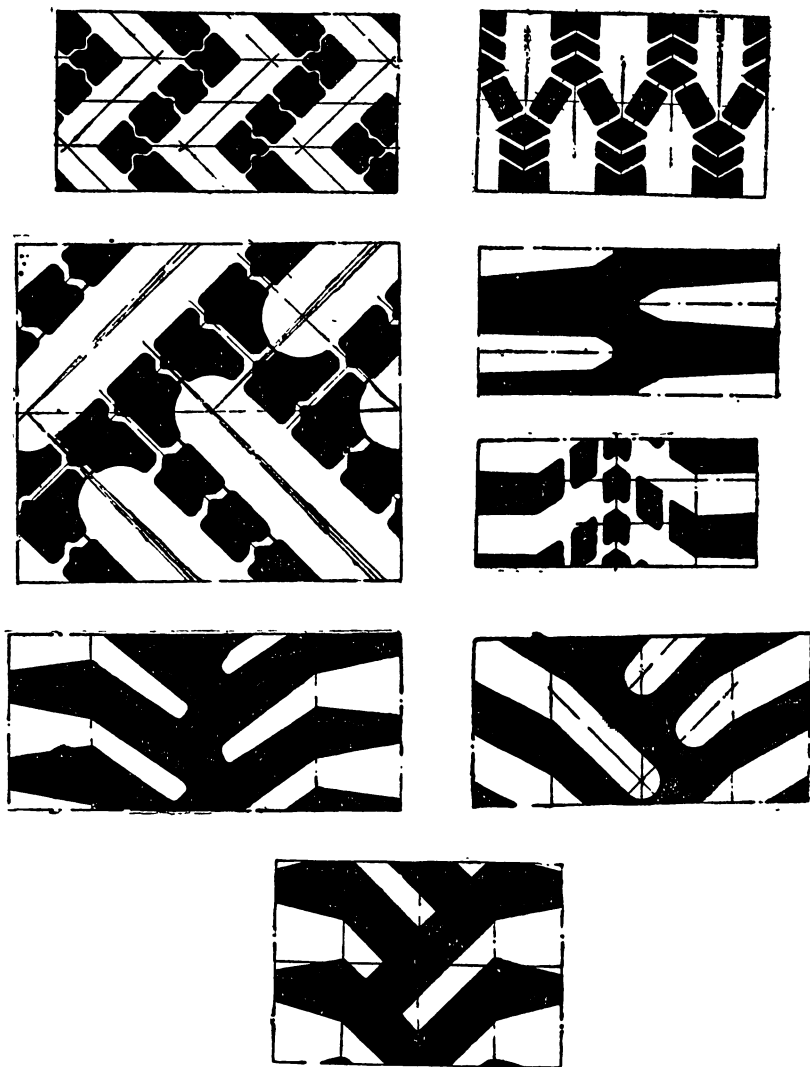


Рис. 4. Рисунки протектора шин с грунтозацепами.

Шины с регулируемым давлением воздуха (рис. 5), сконструированные НИИ шинной промышленности, выпускаются с 1950 г. Конструкция шин и специальное устройство на автомобиле дают возможность на ходу изменять внутреннее давление воздуха, снижая его при движении по мягким грунтам до  $0,7-0,5 \text{ кг/см}^2$  (площадь опоры шины на грунт увеличивается в три-четыре раза), что достаточно для движения по мягким грунтам даже в условиях бездорожья.

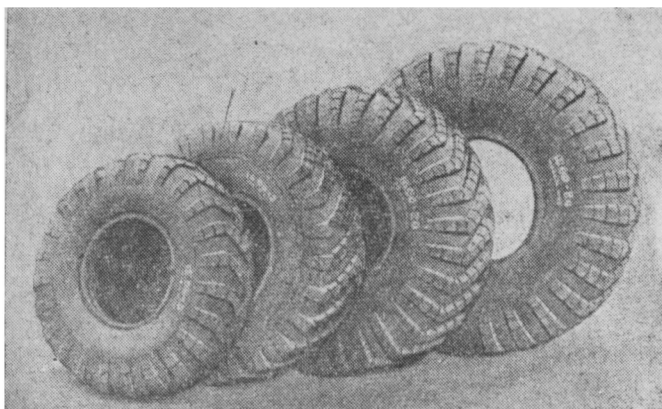


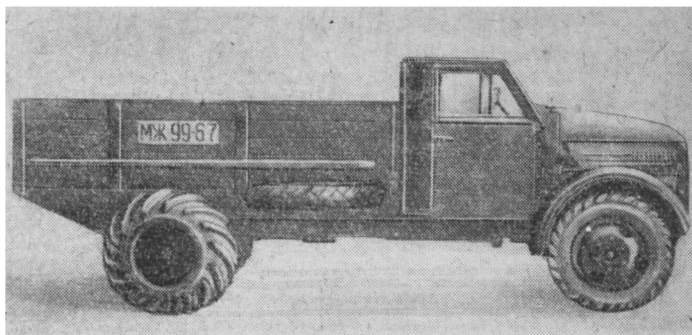
Рис. 5. Шины некоторых моделей с регулируемым внутренним давлением.

**Арочные шины** впервые в СССР были сконструированы и изготовлены в 1956 г. НИИ шинной промышленности (размер шин  $1000 \times 650$ , модель И-182 для автомобиля ГАЗ-51) (рис. 6, а), а в 1957 г. — Ярославским шинным заводом (размер шины  $1140 \times 700$ , модель Я-146 для автомобиля ЗИЛ-150) (рис. 6, б).

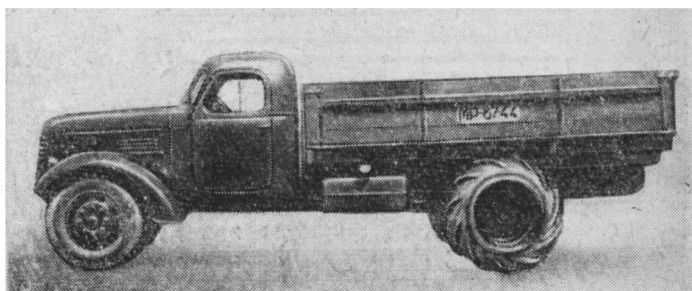
Арочные шины отличаются большой шириной профиля (до 0,7—0,8 м) и могут работать при низком внутреннем давлении воздуха — 0,5—1,5 кг/см<sup>2</sup>. Для лучшего сцепления с грунтом имеются грунтозацепы высотой 40—60 мм. Регулирование внутреннего давления воздуха на ходу в этих шинах не предусматривается. Это дает возможность использовать их на обычных автомобилях (без системы подкачки), но одновременно и затрудняет эксплуатацию автомобилей на твердых покрытиях.

**Пневмокатки («роллигоны»)** появились несколько позднее арочных шин. Имея еще более низкое, чем арочные шины, внутреннее давление воздуха и еще большую ширину профиля, пневмокатки применяются на специальных машинах (рис. 7), работающих в условиях бездорожья и движения по топким грунтам.

Из приведенных выше кратких обзорных данных видно, что наиболее эффективное повышение проходимости автомобиля в трудных дорожных условиях — при движении по мягким и топким грунтам — достигается при применении специальных шин новых конструкций: шин с регулируемым внутренним давлением, арочных шин, пневмокатков. Далее будут рассмотрены особенности конструкции, изготовления, данные испытаний и эксплуатации этих шин.



*а*



*б*

Рис. 6. Автомобиль ГАЗ-51 на арочных шинах  $1000 \times 650$  модели И-182 (а); автомобиль ЗИЛ-150 на арочных шинах  $1140 \times 700$  модели Я-146 (б).

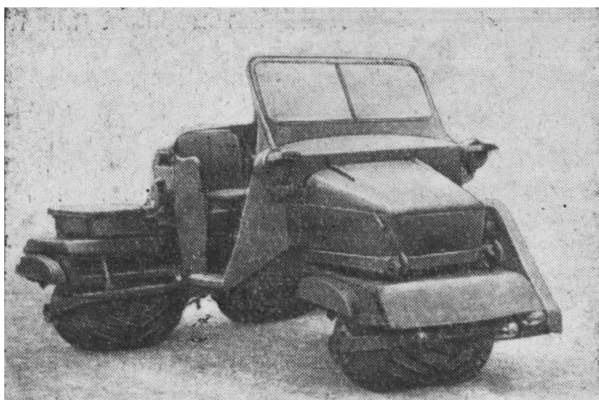


Рис. 7. Машина на пневмокатках.

# ШИНЫ С РЕГУЛИРУЕМЫМ ДАВЛЕНИЕМ

## Конструкция шин

Шина с регулируемым внутренним давлением (рис. 8 и рис. 9) состоит из тех же основных частей, что и обычная шина. Однако она имеет ряд конструктивных особенностей в связи со специфичностью условий работы.

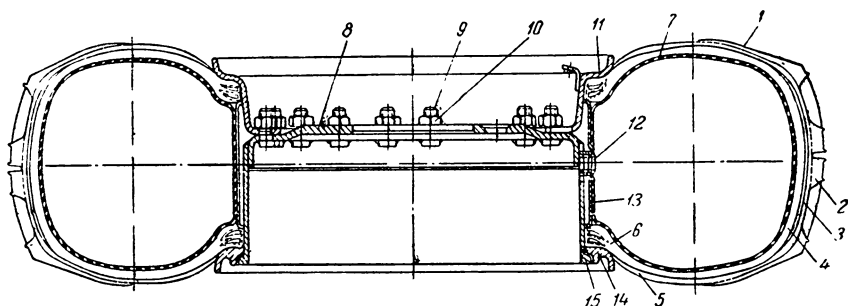


Рис. 8. Шина 12,00—18 с регулируемым внутренним давлением на ободе 9,0—18 (разрез):

1 — покрывка; 2 — протектор; 3 — брекер; 4 — каркас; 5 — боковина; 6 — борт; 7 — ездовая камера; 8 — диск колеса; 9 — шпильки крепления наружного обода; 10 — гайка шпильки; 11 — наружная часть обода; 12 — направляющая вентилей камеры; 13 — распорное кольцо; 14 — бортовое кольцо; 15 — внутренняя часть обода.

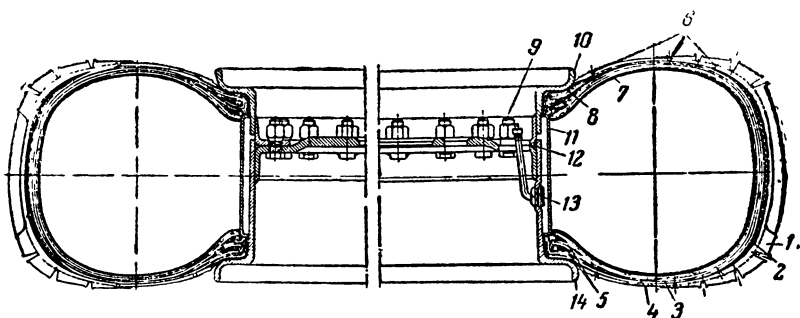


Рис. 9. Бескамерная шина 12,00—18 модели И-179 с регулируемым внутренним давлением на ободе 9,0—18 (разрез):

1 — протектор; 2 — брекер; 3 — каркас; 4 — боковина; 5 — борт; 6 — углубления для вывода воздуха из тела бескамерной шины; 7 — внутренний герметизирующий слой; 8 — уплотнительный бортовой слой; 9 — гайка крепления наружной части обода; 10 — наружная часть обода; 11 — распорное кольцо; 12 — уплотнительное резиновое кольцо; 13 — вентиль; 14 — внутренняя часть обода.

1. Увеличенная на 25—40% ширина профиля.

2. Специальные рисунки протектора (в основном типа «расчлененная елка») с большой глубиной (до 30 мм) и шириной (до 50—70 мм) впадин и, в ряде моделей, боковые скругле-

ния беговой дорожки, обеспечивающие хорошее сцепление шин с мягким грунтом.

3. Уменьшенное число слоев корда в каркасе (в 1,5—2 раза меньше, чем в обычных шинах) с мягкими резиновыми прослойками между слоями.

Конструкция шины обеспечивает возможность ее работы в большом диапазоне изменения внутреннего давления: от нормального до резко пониженного ( $0,5—0,7 \text{ кг/см}^2$ ).

Разработан ряд шин с регулируемым внутренним давлением воздуха (табл. 1). Часть из этих шин выпускается в серийном производстве, остальные находятся в стадии испытания. Намечается дальнейшее увеличение ассортимента шин, разработка новых типо-размеров, а также создание новых конструкций с улучшенными эксплуатационными качествами.

В последнее время спроектированы и изготовлены бескамерные шины с регулируемым давлением.

Опытные бескамерные шины (НИИШП) отличаются от обычных шин, помимо отсутствия камеры, наличием внутреннего герметизирующего слоя и специальной конструкцией бортовой части (рис. 9).

### Система регулирования давления

Для удобства эксплуатации изменение внутреннего давления в шинах с регулируемым давлением производится без остановки автомобиля, на ходу. Это обстоятельство, создает особо благоприятные условия при использовании таких шин на различных автомобилях, снижение простоев которых является важнейшей задачей. Для изменения внутреннего давления в шинах во время движения применяется центральная система регулирования. Эта система применяется как на отечественных, так и на зарубежных автомобилях, в различных конструктивных вариантах, но принцип действия остается общим.

Имеющаяся на автомобилях (в частности, на автомобиле ЗИЛ-157) центральная система регулирования давления воздуха дает возможность проводить следующие основные операции:

1. Регулировать внутреннее давление воздуха в шинах в зависимости от дорожных условий, повышая тем самым проходимость автомобиля на труднопроходимых участках.

2. В случае прокола камеры или другого небольшого повреждения шины обеспечивает возможность движения автомобиля без перемонтажа шины за счет непрерывной подачи в нее воздуха.

3. Дает возможность наблюдать за давлением воздуха в шинах и регулировать его при отклонении от заданного значения.

В качестве примера ниже приведено краткое описание центральной системы регулирования внутреннего давления воздуха



## Техническая характеристика шин

Размер шин	Модель	Число слоев каркаса	Вес покрышки кг	Тип обода	Максимальная нагрузка на колесо и давление в шине, соотв. этой нагрузке			Основные размеры шин в надутом состоянии мм				наружный диаметр D
					нагрузка кг	норм. внутр. давление кг/см <sup>2</sup>	миним. внутр. давление кг/см <sup>2</sup>	наружный диаметр	ширина профиля	ширина профиля под нагрузкой	статический радиус под нагрузкой	
9,00 - 16	И-229	4	25,3	6,50CS	700	2,5	0,5	886	244	283	410	881
10,00—16	И-167	6	38,1	»	1015	2,0	1,0	945	270	286	436	947
11,00—18	И-96	10	—	8,00CV	1650	3,5	0,7	1040	299	310	484	1035
11,00—18	И-143	10	53,5	»	1650	3,5	0,7	1045	305	315	485	1047
11,00—18	И-168	10	57,1	»	1650	3,5	0,7	1043	302	315	482	1047
12,00—18	И-111	8	61,0	9,0	1850	3,5	0,5	1090	327	340	507	1099
12,00—18	И-179	8	60,2	»	1600	3,0	0,5	1096	333	346	511	1099
12,00—18	И-150А	8	71,3	»	1580	3,0	0,5	1122	330	343	515	1136,5
12,00—18	И-180	8	58,1	»	1600	3,0	0,5	1094	337	349	509	1099
12,00—20	И-178	8	56,0	»	1702	3,0	0,5	1150	329	361	514,6	1146
13,00—18	И-112	8	67	»	1580	2,5	0,7	1144	350	368	530	1153
13,00—20	И-176	10	—	»	1950	2,75	0,7	1190	348	326	387	1199
14,00—18	И-113	8	78,5	10,0	1580	2,0	0,7	1215	390	410	563	1227
14,00—20	И-172	10	95,4	»	2300	3,2	0,75	1250	375	392	577,5	1254
16,00—20	И-159	8	117,2	11,5	1900	2,0	0,5	1390	438	457	635	1370
16,00—24	И-169	12	145	»	3000	2,0	0,7	1460	443	483	635	1472
18,00—24	И-170	10	180	13	3500	1,5	0,7	1600	555	574	690	1607
		16	215		5500	2,8	0,70	1594	503		730	
15,00—20	Я-90	18	—	11,25	3500	3,2	—	1285	402	410	591	1299
21,00—28	Я-13	14	220	17	6500	2,5	0,8	1775	550	—	—	1759

Примечание. У всех шин протектор с рисунком повышенной проходимости.



Таблица 1

с регулируемым давлением

Основные размеры шин (в свободном состоянии), мм						$\frac{H}{B}$	$\frac{b}{B}$	$\frac{C}{B}$	$\frac{h}{H}$ %	Глубина рисунка (по короне) мм	Толщина протектора (по короне) мм	Насыщен- ность рисунка %
посадочный диаметр <i>d</i>	высота профиля <i>H</i>	ширина профиля <i>B</i>	ширина протектора (по хорде) <i>b</i>	стрела протектора <i>h</i>	ширина раствора бортов <i>C</i>							
405	238	228	198	25,313	165	1,08	0,9	0,724	9,7	15	20	41,2
405	271	250	224	26,5	165	1,085	0,895	0,66	9,8	15	21	42
463	286	284	240	32,463	200	1,007	0,845	0,715	11,3	10	14	55
463	292	284	240	31,542	200	1,028	0,845	0,715	10,8	15	20	42,5
463	292	284	240	31,542	200	1,028	0,845	0,715	10,7	15	20	43,7
463	318	295	254	30,34	216	1,08	0,86	0,772	9,5	15	21	40,5
463	318	295	254	30,34	216	1,08	0,86	0,773	9,53	15	21	40
462,5	337	295	254	26,114	216	1,14	0,86	0,772	7,8	30	40	35
462,5	318,25	295	254	30,34	216	1,08	0,86	0,773	9,53	15	21	36
509,5	318,25	300	258	30,984	228	1,06	0,862	0,76	9,73	15	21	41,5
463	345	320	280	33,18	228	1,08	0,875	0,712	9,6	16	22,5	40
509,5	344,75	320	280	33,418	228	1,077	0,875	0,712	9,7	17	24	44
463	382	354	308	36,4	254	1,08	0,872	0,717	9,5	17	24	39,6
509,5	372,25	354	308	36,849	254	1,05	0,872	0,717	9,9	17	24	44,2
509,5	430,25	410	347	41,914	286	1,05	0,86	0,712	9,5	17	24	43,2
611	430,5	410	352	40,808	286	1,05	0,86	0,712	9,48	17	24	43,6
611	498	475	408	50,828	330	1,05	0,86	0,695	10,2	20	28	43,7
509	395	370	332	40,57	286	1,068	0,897	0,773	10,28	17	—	—
713	523	555	505	55,76	—	0,94	0,91	—	10,7	18	—	—



в шинах, применяемой на автомобилях ЗИЛ-157, предназначенных для работы в тяжелых дорожных условиях (рис. 10), в частности в сельском хозяйстве. На этих автомобилях регулирование давления воздуха в шинах осуществляется пневматической системой, состоящей из источников сжатого воздуха, регулирующих устройств и воздухопроводов.



Рис. 10. Автомобиль ЗИЛ-157 на шинах 12,00—18 модели И-111 с регулируемым давлением.

Система регулирования воздуха (рис. 11) подключена к системе привода тормозов и питается от общего компрессора 1 и воздушных резервуаров 7. Резервуары имеют предохранительные клапаны и сливной кран. Из резервуара воздух попадает в клапан 3 ограничения давления, который прекращает доступ воздуха в систему при падении давления в резервуаре ниже  $4,5 \text{ кг/см}^2$ .

Таким образом, при недостаточном давлении в резервуарах и фактической невозможности накачки шин клапан автоматически отключает систему. После клапана ограничения давления воздух поступает в центральный кран управления 11, находящийся в кабине автомобиля. С помощью этого крана осуществляются три операции:

1. Впуск воздуха в блок кранов подачи воздуха в шины.
2. Выпуск воздуха из шин в атмосферу при необходимости снижения в них внутреннего давления.
3. Предотвращение выпуска воздуха из шин в пневмосистему в случае падения в ней давления воздуха.

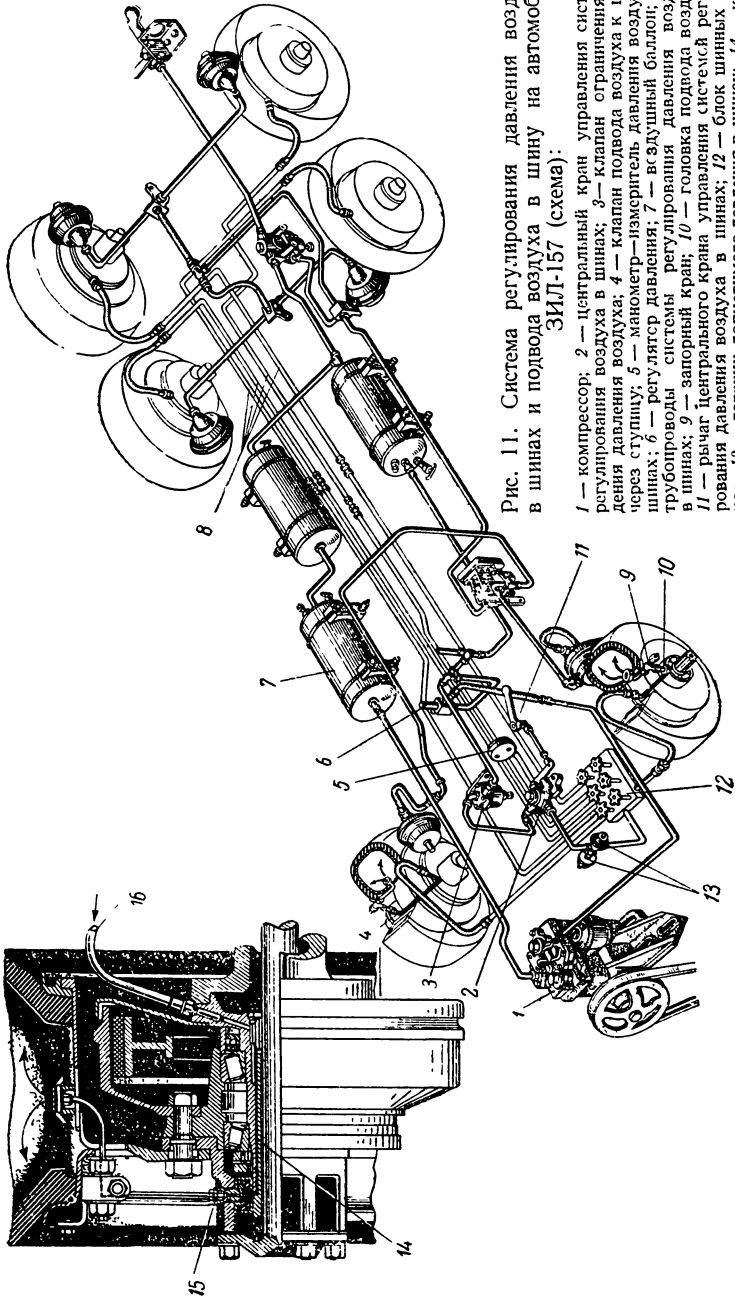


Рис. 11. Система регулирования давления воздуха в шинах и подвода воздуха в шину на автомобиле ЗИЛ-157 (схема):

- 1 — компрессор; 2 — центральный кран управления системой регулирования воздуха в шинах; 3 — клапан подвода воздуха к шине через ступицу; 4 — манометр-измеритель давления воздуха в шинах; 5 — манометр-измеритель давления воздуха в шинах; 6 — регулятор давления; 7 — всасывающий баллон; 8 — трубопроводы системы регулирования давления воздуха в шинах; 9 — запорный кран; 10 — головка подвода воздуха; 11 — рычаг центрального крана управления системой регулирования давления воздуха в шинах; 12 — блок шинных кранов; 13 — датчики допустимого давления в шинах; 14 — кольцевой канал подвода воздуха; 15 — штуцер головки подвода воздуха; 16 — шланг подвода воздуха к цапфе.

Для выполнения этих операций кран ставят в одно из трех положений. Правое положение — накачка шин, левое положение — выпуск воздуха из шин, нейтральное положение — сохранение постоянного внутреннего давления в шинах.

Давление воздуха в кране управления фиксируется манометром. Из крана управления воздух подается в блок шинных кранов 12, имеющий шесть вентилях (по числу шин), которые дают возможность отсоединять от системы любую шину.

На трубопроводе, соединяющем манометр и блок шинных кранов, расположены электрические датчики 13, включающие контрольную лампочку. Лампочка загорается при превышении давления в шинах выше  $3,5 \text{ кг/см}^2$  и при падении давления ниже  $0,5 \text{ кг/см}^2$ . Из блока шинных кранов воздух проходит к цапфам и далее через головки подвода воздуха 10 и шланги, соединяющие вентиль камеры со штуцером подвода воздуха на ступице (см. рис. 11), поступает в шины.

Описанная центральная система накачки шин конструктивно оформлена так, что все узлы и детали ее находятся внутри контура автомобиля и нет выступающих наружу частей.

В некоторых других типах аналогичных систем имеются выступающие за габариты автомобиля части — воздухопроводы и шланги. Основными недостатками таких систем являются:

- а) повышенная возможность повреждения в эксплуатации;
- б) трудность изоляции внешних органов подвода воздуха к шине при работе в тяжелых дорожных условиях;
- в) затруднительность монтажа и демонтажа колес (повышенная трудоемкость).

Принципиальной разницы в действии частей систем с внутренним и внешним расположением органов подвода воздуха к колесам нет. Некоторое конструктивное изменение диктуется лишь указанным выше различием.

За рубежом имеется ряд типов центральной системы регулирования воздуха с внешним и внутренним расположением органов подвода воздуха. Из наиболее распространенных типов следует отметить следующие: «Теропин», «Джиэмси», «Праля». Центральная накачка «Теропин» применяется на плавающих автомобилях (амфибиях). Регулирование давления производится только в четырех средних колесах, остальные четыре (два передних и два задних) работают при постоянном давлении. Во время движения по мягким грунтам давление в средних колесах снижается, благодаря чему достигается равномерное распределение нагрузки по осям, что также повышает проходимость автомобиля. Система регулирования воздуха «Теропин» состоит: из двухцилиндрового компрессора производительностью  $0,36 \text{ м}^3/\text{сек}$ ; резервуара с регулятором, обеспечивающего постоянное давление в резервуаре в пределах  $5,6\text{—}7 \text{ кг/см}^2$ ; главного распределительного крана; подводящих воздухопроводов и запорных клапанов.

Центральные системы регулирования типа «Джизмси» и «Праля» состоят из тех же основных частей, что и система регулирования «Теропин», но отличаются от предыдущей конструктивным решением.

### Особенности изготовления шин

Изготовление шин с регулируемым давлением в основном не отличается от изготовления обычных шин. Изготовление бескамерных шин имеет ряд особенностей.

Отличие технологического процесса изготовления бескамерных шин определяется особенностями конструкции и условиями их эксплуатации. Одним из основных требований, предъявляемых к бескамерным шинам, является их высокая воздухопроницаемость. Как было указано выше, в результате диффузии воздуха в теле бескамерной шины возникают значительные давления и соответствующие дополнительные напряжения между слоями. Для уменьшения этого давления в бескамерной шине применяется внутренний герметизирующий слой, основная роль которого заключается в уменьшении проникновения воздуха в каркас. Для той же цели — снижения давления воздуха в теле шины — служат углубления в боковых частях шины, доходящие до каркаса (см. рис. 9). Эти углубления получаются при вулканизации шины путем установки специальных штырей в прессформе.

Резиновая смесь, из которой изготавливается герметизирующий слой, должна обладать минимальной газопроницаемостью.

Газопроницаемость резиновых смесей зависит от многочисленных факторов, в том числе от типа применяемого каучука, ингредиентов резиновой смеси, степени их дисперсности, а также от толщины резинового слоя.

Газопроницаемость резин из синтетических каучуков (особенно бутилкаучука) ниже газопроницаемости резин из натурального каучука, однако из-за технологических затруднений бутилкаучук применяется для изготовления герметизирующего слоя еще в небольших количествах.

Для изготовления герметизирующего слоя в настоящее время широко используется натуральный каучук.

Ниже приведены данные по воздухопроницаемости шин, в каркасе которых применены резины, содержащие 50% СК и непропитанный хлопчатобумажный корд (9Т), в зависимости от материала герметизирующего слоя:

Материал герметизирующего слоя	Газопроницаемость, см <sup>3</sup> /мин
Без герметизирующего слоя . . . . .	2,2
НК . . . . .	0,27
СКС-30А . . . . .	0,17
СКН-26 . . . . .	0,08
Бутилкаучук . . . . .	0,02

Для повышения качества герметизирующего слоя к применяемым материалам предъявляются повышенные требования. Высокое качество резиновых смесей обеспечивается применением незасоренных материалов, чистотой технологического оборудования, на котором приготавливаются и обрабатываются указанные смеси, очисткой смесей на червячном фильтрпрессе. Для изготовления герметизирующего слоя такие резиновые смеси шприцуют на шприц-машине; полученный резиновый рукав разрезают вдоль и разворачивают. Другой способ заключается в выпуске листов резины на каландре с последующей сборкой нескольких тонких слоев резины до нужной толщины.

К резине, идущей на изготовление бортового слоя, также предъявляются высокие требования, в том числе ряд специфических требований, вытекающих из условий работы бортовой части бескамерной шины. Наиболее важным из них является повышенная теплостойкость. При применении недостаточно теплостойких резин при эксплуатации значительно осмoleется бортовая часть и вследствие этого бескамерные шины выходят из строя. В связи с возможностью повреждений при монтажно-демонтажных работах бортовая резина должна иметь повышенную прочность. Для обеспечения герметичной посадки шины на ободе бортовая резина должна быть упругой и иметь небольшую остаточную деформацию.

В настоящее время достигнуты наилучшие результаты при использовании для бортового слоя обрезиненного моноволокна.

Следует также отметить, что хотя внутренний герметизирующий и бортовой слои играют большую роль в уменьшении проникновения воздуха в каркас шины, наилучших эксплуатационных качеств шин можно добиться при комплексном решении вопроса.

Из табл. 2 видно, что капроновый и вискозный корд обеспечивают большую воздухопроницаемость, чем хлопчатобумажный корд.

Таблица 2  
Влияние типа корда и пропитки на газопроницаемость шины\*

Корд	Пропитка	Газопроницаемость см <sup>3</sup> , мин
Хлопчатобумажный . . . . .	—	0,27
» . . . . .	50У	0 05—0,13
» . . . . .	30ДС	0,155
Вискозный . . . . .	50У	0 05
Капроновый . . . . .	P-4	0 035

\* Каркас шины изготовлен из резины, содержащих 50% СК, а герметизирующий слой—из ГК;

На уменьшение проникновения воздуха в каркас шины благоприятно влияет также пропитка корда.

Изготовление резиновых смесей для других деталей шины, пропитка и обрезинка кордов, выпуск листовых резин на каландре, изготовление крыльев, выпуск протекторов и подготовка их к сборке — аналогичны серийным технологическим процессам производства покрышек для камерных шин. Тщательность сборки бескамерных шин должна способствовать обеспечению наибольшей их воздухопроницаемости. Достигается это строгим контролем поступающих на сборку деталей и правильным выполнением операций сборки. Сборка бескамерных шин аналогична сборке обычных камерных шин и производится на тех же сборочных станках. В отличие от сборки обыкновенных покрышек здесь имеются операции, связанные с введением герметизирующего и бортового слоев. При выполнении этих операций особое внимание следует обращать на аккуратную заделку стыков, прикатку без складок и удаление пузырей. Собранные бескамерные шины поступают на участок формирования, а затем на вулканизацию. Для изготовления бескамерных шин применяются варочные камеры, имеющие на поверхности канавки глубиной 1—1,5 мм. Назначение канавок — предупреждать появление недопрессовок герметизирующего и бортового слоев. Вулканизация бескамерных шин принципиально не отличается от вулканизации обычных камерных шин, но производится в прессформах, в которых изменена бортовая часть и, кроме того, поставлены дренажные штыри. Углубления, получающиеся в боковых частях шины по окружности, служат для вывода воздуха из тела шины при ее эксплуатации. После вулканизации бескамерные шины не должны иметь дефектов, снижающих их эксплуатационные качества: отрыв и повреждения герметизирующего и бортового слоев, пузыри в резине, трещины на внутренней поверхности бортового слоя и др.

### Конструкция колеса и обода

Для камерных шин с регулируемым внутренним давлением применяются съемные дисковые колеса с разъемным ободом.

В настоящее время в Советском Союзе применяются такие колеса с ободами шириной от 6,5 до 17"; посадочный диаметр обода от 16 до 28".

На автомобиле ЗИЛ-157 применяется колесо с ободом 9,0—18, ширина которого 9" (228 мм) и посадочный диаметр 18" (457 мм).

Колесо (см. рис. 8) состоит из диска с внутренней частью обода, наружной части обода, крепящейся к диску на шпильках, и распорного кольца. Закраина внутренней части обода съемная. Обод имеет конические полки с уклоном 5°.

Борта шины надежно закрепляются на обode между внут-



ренним распорным кольцом и закраинами обода путем затяжки гаек на шпильках. Затяжка производится постепенно до полного соприкосновения обеих разъемных частей обода. У некоторых ободов применяется накатка в местах посадки бортов шины для устранения возможности проворачивания шины.

В связи с напряженной работой шин с регулируемым давлением, при значительных и переменных по направлению и величине нагрузках, колеса должны выполняться в строгом соответствии с чертежами, причем особое внимание должно быть обращено на точность изготовления и обработки ободов. Профили ободов стандартизованы по всем размерам\*. Монтаж и демонтаж шин необходимо производить в следующем порядке:

1. Проверить состояние колеса (не допускаются вмятины, повреждения, коррозия, грязь).

2. Вложить камеру в покрышку, расправить ее и слегка подкачать, чтобы она расправилась по внутреннему контуру покрышки.

3. Вставить распорное кольцо в сложенном виде в покрышку; установку кольца производить так, чтобы отверстие в нем совпадало с вентилем. Продвинуть вентиль в отверстие распорного кольца.

4. Слегка подкачать камеру так, чтобы борта покрышки несколько раздвинулись, и расправить кольцо в замке, чтобы оно оказалось между бортами.

5. Надеть на внутреннюю часть обода колеса покрышку в сборе с камерой и распорным кольцом так, чтобы вентиль камеры вошел в прорезь обода.

6. Надеть наружную часть обода колеса на шпильки и равномерно подтягивать гайки. Затяжку диаметрально противоположных гаек производить постепенно, до полного соприкосновения обеих разъемных частей обода.

7. Накачать шину до нормального давления.

Демонтаж шин производится в обратном порядке.

Обод для бескамерной шины должен быть герметичным, так как вместе с шиной он непосредственно замыкает воздушную полость.

Для бескамерных шин с регулируемым внутренним давлением применяются, так же как и для камерных, съемные дисковые колеса с разъемным ободом (см. рис. 9), но конструкция их изменена для обеспечения герметичности обода. Герметичность обода бескамерной шины с регулируемым давлением достигается плотной посадкой бортов шины на ободу и уплотнительным кольцом 12, прокладываемым между частями обода. Вентиль на ободу крепится герметично через резиновую втулку.

---

\* Профили ободов и технические требования к ободам колес для шин с регулируемым внутренним давлением даны в приложении (стр. 73).

## Особенности эксплуатации шин

Шины с регулируемым давлением могут работать, как было указано выше, в значительном диапазоне изменения внутреннего давления. Тем не менее работа их при различных внутренних давлениях должна строго регламентироваться. Как будет показано дальше, температурный режим и напряжения в шине существенно изменяются при различных величинах внутреннего давления. Поэтому во избежание чрезмерного нагрева шины и концентрации больших напряжений необходимо соблюдать следующие правила:

1. Ни в коем случае не эксплуатировать шины при внутреннем давлении ниже предусмотренного минимального внутреннего давления (см. табл. 1).

2. При движении по дорогам с твердым покрытием поддерживать соответствующее данной нагрузке внутреннее давление (табл. 3).

3. Работу шин на пониженном давлении (не соответствующем нагрузке) допускать только по мягким грунтам при невысоких скоростях движения (см. табл. 4). При эксплуатации автомобилей по мягким грунтам снижение внутреннего давления в шинах производить в соответствии с данными табл. 3.

При эксплуатации шин с регулируемым давлением следует особо опасаться перегрузки автомобиля, так как это может привести к быстрому разрушению шин при работе их со сниженным внутренним давлением.

Естественный износ шины зависит от многих факторов, в том числе и от положения колес на автомобиле. Например, как правило, шины на колесах правой стороны автомобиля изнашиваются быстрее, чем на колесах левой (вследствие некоторого наклона автомобиля к краю дороги). Шины задних колес при движении по дорогам с твердым покрытием изнашиваются больше, чем передние, которые не все время работают в качестве ведущих.

В силу этого для равномерной изнашиваемости шин целесообразна периодическая перестановка колес. Пробег между перестановками колес может быть выбран из расчета, что шина за время полной амортизации должна работать при всех положениях колес на автомобиле. Учитывая это обстоятельство и удобство проведения работы, рекомендуется перестановку колес производить при проведении всех работ технического обслуживания № 2 (ТО-2) автомобиля\*. Перестановка колес осуществляется по схеме, показанной на рис. 12.

Следует обращать внимание на характер износа протектора. При неправильно выбранной величине внутреннего давления

---

\* В соответствии с принятой плазово-предупредительной системой технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Таблица 3

Максимально допустимая нагрузка на шины с регулируемым давлением при одновременной эксплуатации их по труднопроходимым дорогам

Размер шин	Число слоев каркаса	Рекомендуемое внутреннее давление, кг/см <sup>2</sup>													
		1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6
9,00—16	4	470	520	560	610	650	700	—	—	—	—	—	—	—	—
10,00—16	6	700	760	830	890	950	1015	—	—	—	—	—	—	—	—
11,00—18	10	890	950	1010	1070	1130	1190	1250	1310	1370	1430	1500	1560	1620	1680
12,00—18	8	910	980	1040	1110	1180	1240	1310	1380	1450	1520	1580	—	—	—
12,00—20	8	990	1070	1150	1220	1290	1370	1440	1520	1590	1660	1740	—	—	—
14,00—18	8	1070	1170	1270	1370	1470	1580	—	—	—	—	—	—	—	—
14,00—20	10	1340	1430	1530	1620	1710	1800	1900	1990	2080	2180	2270	2300	—	—
16,00—20	12	1720	1890	2050	2220	2390	2550	—	—	—	—	—	—	—	—
16,00—24	12	2040	2230	2420	2620	2810	3000	—	—	—	—	—	—	—	—
18,00—24	16	2880	3150	3430	3700	3970	4250	—	—	—	—	—	—	—	—
21,00—28	14	4000	4330	4660	5000	5330	5660	6000	6330	6660	—	—	—	—	—

Примечание. Величина нагрузки дана в кг.

(например, сниженное давление при движении по дорогам с твердым покрытием) сильно изнашиваются края беговой дорожки, что приводит к преждевременному выходу шины из строя.

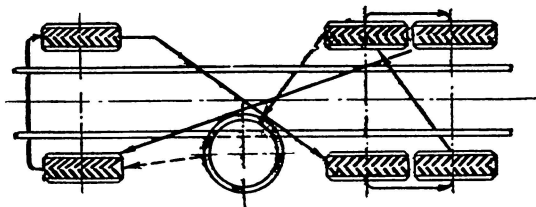


Рис. 12. Схема перестановки колес.

Наоборот, езда на шинах с завышенным давлением приводит к сильному износу центральной части протектора.

Эксплуатационные повреждения шин с регулируемым давлением и причины, их вызывающие, примерно те же, что и у обычных шин. Следует, однако, отметить, что наиболее частым видом разрушения является кольцевой излом каркаса по боковине (рис. 13), что объясняется особенностью работы шины при

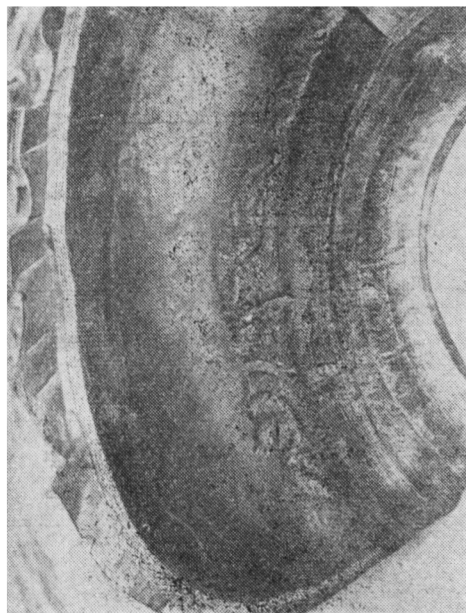


Рис. 13. Кольцевой излом каркаса шины с регулируемым внутренним давлением.

пониженных давлениях. Остальные виды эксплуатационных повреждений: отслоение, разрывы по боковине и протектору и др. имеют место у шин с регулируемым давлением так же, как и у обычных шин, но при несоблюдении режима пользования пониженным давлением могут встречаться чаще.

Уход за шинами с регулируемым давлением и их хранение должны производиться согласно «Правилам эксплуатации и хранения автомобильных шин» Министерства автомобильного транспорта и шоссейных дорог РСФСР\*.

### Некоторые особенности бескамерных шин

Бескамерная шина (см. рис. 9) имеет ряд преимуществ по сравнению с обычными (камерными) шинами.

Основные преимущества: повышение безопасности движения автомобиля и возможность продолжения движения при проколе — достигаются тем, что у бескамерной шины воздух из отверстия при проколе выходит очень медленно (рис. 14). Если же предмет, проколовший шину, остался в ней, воздух большей частью не выходит вообще, и движение можно продолжать. Это свойство бескамерной шины особенно ценно при движении автомобилей на больших скоростях, а также в условиях горных и плохих дорог.

При применении бескамерных шин уменьшаются простои автомобиля в пути. В случае необходимости путевого ремонта простой автомобиля намного меньше, чем при эксплуатации обычных шин, так как при проколе этих шин необходимы демонтно-монтажные работы и ремонт (или замена) камеры. Следует отметить простоту и легкость монтажа бескамерной шины.

К преимуществам бескамерных шин относится и несколько облегченный тепловой режим работы, что положительно влияет на срок ее службы. Эта особенность бескамерной шины имеет важное значение для шин с регулируемым давлением, работающих при более напряженном режиме. Меньший нагрев бескамерных шин объясняется лучшим отводом тепла через обод, который не закрыт камерой, как у обычных шин, а также отсутствием трения между камерой и покрышкой. Следует, одна-



Рис. 14. Падение давления воздуха в камерной и бескамерной шинах после прокола: 1 — камерная шина; 2 — бескамерная шина.

\* Автотрансиздат, 1956.

ко, отметить, что бескамерная шина, выполняя одновременно функции покрышки и камеры, работает в более напряженных условиях, чем обычная шина. В обычной шине (камерной) воздух, диффундирующий сквозь стенки камеры, выходит наружу через вентиляющее отверстие обода и между бортами покрышки и полками обода. У бескамерной шины воздух из внутренней полости проникает в ее тело и создает там довольно значительное давление, вызывающее дополнительные напряжения. При этом наибольшее давление воздуха наблюдается в областях, ближайших к внутренней полости шины. Схематически давление воздуха в шине и соответствующие дополнительные напряжения могут быть представлены в виде ломаной линии (рис. 15),

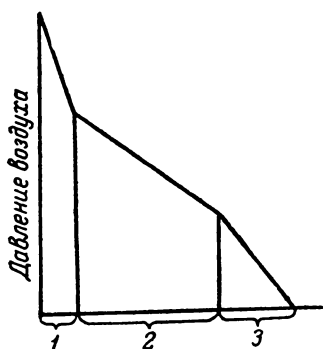


Рис. 15. Давление воздуха в теле бескамерной шины в зависимости от газопроницаемости и толщины частей шины:

1 — внутренний герметизирующий слой; 2 — каркас; 3 — боковина.

наклон элементов которой зависит от соотношения удельных газопроницаемостей, поверхностей и толщин герметизирующего слоя, каркаса и протектора (боковин). По горизонтальной оси рис. 15, последовательно отложены величины, пропорциональные толщинам частей шины, по вертикали — давление воздуха\*.

Давление воздуха в шине может достигать значительных величин. Это обстоятельство, а также необходимость стабильного уплотнения бортов бескамерной шины на ободе выдвигает повышенные требования к соблюдению всех правил технической эксплуатации бескамерных шин. Ниже кратко указываются дополнительные работы по уходу за бескамерными шинами.

После накачивания бескамерные шины проверяют на герметичность. Проверку производят путем погружения колеса в ванну с водой. Таким образом можно быстро проверить герметизацию мест посадки шины на ободе, а также герметичность самой шины. Можно применять и другой, более легкий способ проверки, не требующий к тому же наличия громоздкой ванны с водой: места проверки смачивают водой (лучше мыльной), воду заливают также между бортами шины и закраиной обода колеса, лежащего горизонтально.

Учитывая, что герметичность посадки борта на ободе нарушается из-за попадания между ними даже незначительного количества песка или грязи, при монтаже бескамерных шин нуж-

\* В приближении принимается, что поверхности герметизирующего слоя, каркаса и протектора равны.

но соблюдать чистоту, особенно следя за местами герметизации шины и колеса — бортами шины и полками обода. Общие правила ухода при эксплуатации остаются те же, что и для обычных шин. Следует лишь отметить необходимость систематических осмотров шин в пути при остановках автомобиля, так как прокол бескамерной шины не вызывает быстрого снижения давления воздуха в шине и может остаться незамеченным. Испытания показали, что на отечественных бескамерных шинах при сквозном проколе гвоздем и застревании его в шине автомобиля в ряде случаев могут пройти несколько тысяч километров и давление воздуха в шине практически не снижается. Однако длительное движение на шине с проколовшим ее предметом не рекомендуется, так как при этом отверстие увеличивается, что может затруднить последующий ремонт шины.

Для бескамерных шин разработана специальная инструкция по эксплуатации и ремонту\*. Некоторые основные сведения приведены ниже.

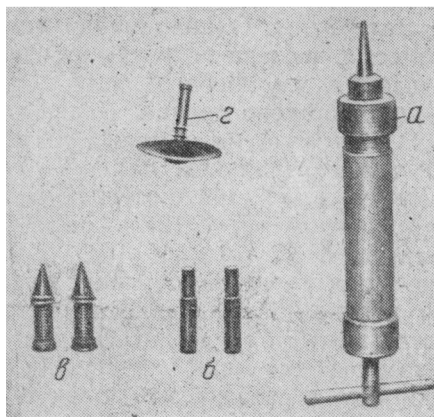


Рис. 16. Шприц и резиновые пробки для ремонта бескамерных шин:  
*a* — шприц; *b* — сплошные пробки; *в* — пробки с несквозным отверстием; *z* — гр.б.к.

При проколах бескамерные шины ремонтируются без демонтажа их с колеса. Отверстия малых проколов (до 2—3 мм) рекомендуется заполнять пастой с помощью специального шприца (рис. 16). В проколы, сделанные предметами больших размеров, вводят резиновые пробки различных конструкций. На рис. 16 показаны сплошные пробки и пробки с несквозным внутренним

\* Временная инструкция по ремонту бескамерных шин легковых автомобилей (Автотрансиздат, Москва, 1959).

отверстием, облегчающим их ввод в место прокола шины (рис. 16, б и в). Для лучшей герметизации места прокола на наружной поверхности этих пробок имеются кольцевые выступы. Бескамерные шины могут ремонтироваться также пробками, выполненными в виде грибка (рис. 16, г), при этом достигается хорошая герметизация места прокола за счет стержня, контактирующего со стенками отверстия, и головки грибка, наклеиваемой на внутреннюю поверхность герметизирующего слоя. Однако такой ремонт производится в гараже после демонтажа шины с обода колеса.

Указанные выше основные преимущества бескамерных шин могут быть реализованы только при правильной их эксплуатации; нарушение правил эксплуатации приводит к резкому ухудшению работы шин, снижению сроков их службы.

При организации производства бескамерных шин необходимо учесть новые требования к технологическому процессу в шинной промышленности. Необходимо внедрять более совершенную технологию, усовершенствованные приемы работы.

При изготовлении бескамерных шин требуются также улучшенные и новые материалы. Одновременно должно быть улучшено качество колес, повышена точность их изготовления, обеспечена их герметизация, улучшена окраска.

Бескамерные шины широко распространены за рубежом, где нашли применение не только на обычных легковых и грузовых автомобилях, но и в специальном парке — строительнодорожных, коммунальных и других автомобилей и машин, а также в военной материальной части, в том числе на автомобилях повышенной проходимости.

Использование шин с регулированием давления бескамерной конструкции весьма перспективно в связи с указанными выше преимуществами этого типа шин. Следует также отметить, что отсутствие камеры для шин с регулируемым давлением особенно благоприятно в связи с наблюдающимся, как указывалось выше, у этих шин нагревом в боковых частях при работе на пониженном давлении.

### Работа шин

Шина воспринимает всю нагрузку, приходящуюся на колесо. При движении автомобиля эта первоначальная статическая нагрузка может увеличиваться в несколько раз при наезде на неровности дороги. Кроме того, шина передает тяговые и тормозные усилия и усилия, возникающие при изменении скорости и направления движения автомобиля.

В связи с этим условия работы шины характеризуются непрерывными деформациями различной формы и величины, вызывающими нагрев ее, а также усталостные явления. Температура нагрева шины повышается при снижении внутрен-



него давления, что видно из рис. 17. При нагреве покрышки прочность материалов, из которых она изготовлена, снижается, поэтому весьма важно не допускать превышения расчетных температур нагрева. Нагрев шины находится в прямой зависимости от ее деформации, которую, следовательно, нужно ограничивать. Кроме того, увеличение деформации шины приводит к повышению деформаций и напряжений в нитях корда (см. далее). Аналогичная зависимость имеет место также в отношении сдвиговых деформаций резины, увеличивающихся при увеличении деформации шины. Для того чтобы радиальная деформация шины осталась в расчетных пределах, должно выдерживаться определенное соотношение между нагрузкой на шину и внутренним давлением воздуха в ней.

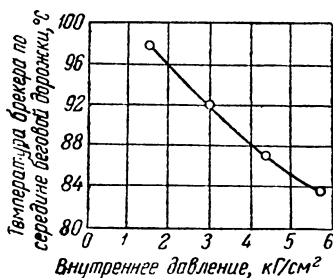


Рис. 17. Температура шины (в зоне брекера) в зависимости от внутреннего давления.

В табл. 3 приведены нормы максимальной нагрузки на шины с регулируемым давлением и рекомендуемые давления воздуха.

При работе шин с регулируемым давлением на дорогах с твердым покрытием в шинах поддерживается нормальное внутреннее давление. Радиальная деформация в этом случае несколько больше, чем у обычных шин. Наиболее значительна деформация у шин больших размеров. Так, например, у шины 18,00—24 радиальная деформация при максимально рекомендуемой нагрузке и соответствующем внутреннем давлении достигает 25%.

Работа шин с регулируемым давлением на мягких грунтах проходит в несколько других условиях. При снижении внутреннего давления в шинах увеличивается их радиальная деформация, что улучшает проходимость автомобилей. Следует, однако, иметь в виду, что вследствие деформации грунта характер деформации шины получается несколько иной, чем при качении ее по твердой поверхности.

Для выяснения этого вопроса в НИИ шинной промышленности были проведены соответствующие замеры величин деформации шины в различных дорожных условиях. Замерялись радиальная деформация шины (изменение высоты профиля), а также изменение ширины профиля в зависимости от различных эксплуатационных параметров.

Для замеров применялись резино-проволочные электрические датчики сопротивления\*. Результаты замеров показаны на

\* Предложены В. А. Пугиньм.

рис. 18 и 19. Установлено, что радиальная деформация (по средней линии протектора) и изменение ширины профиля под нагрузкой у шин с регулируемым давлением на мягких грунтах (песок, суглинок) на 15—40% (в зависимости от внутреннего давления) меньше, чем на твердой поверхности. Различие в указанных величинах более значительно при увеличении внутреннего давления в шинах, что объясняется большей деформацией грунта в этих условиях вследствие увеличения удельных давлений в площади контакта шин с грунтом.

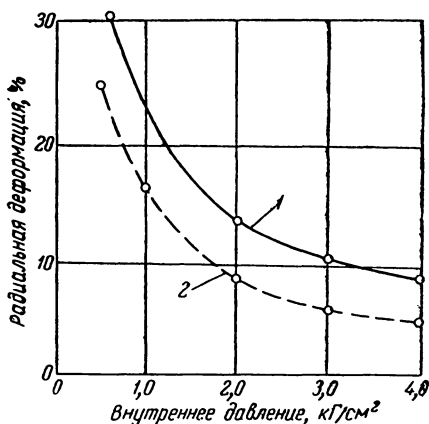


Рис. 18. Радиальная деформация ( $\delta$ ) шины в зависимости от внутреннего давления:

1 — деформация при опоре на твердую поверхность; 2 — деформация при опоре на мягкий грунт.

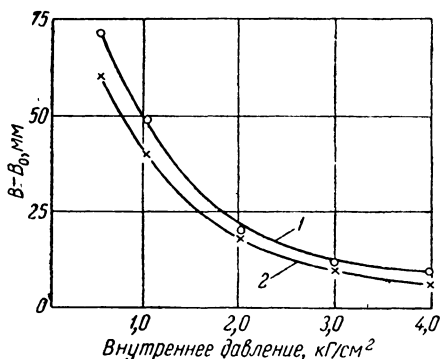


Рис. 19. Изменение ширины профиля ( $B - B_0$ ) шины в зависимости от внутреннего давления:

1 — при опоре шины на твердую поверхность; 2 — при опоре шины на мягкий грунт.

С помощью электрических датчиков сопротивления другого типа, закладываемых непосредственно в тело шины, были измерены в различных дорожных условиях величины напряжений в нитях корда первого слоя каркаса шин с регулируемым давлением. В этом случае также заметно изменение характера работы шины в зависимости от вида опорной поверхности. В шинах с регулируемым давлением, как и в обычных шинах, в центральной части беговой дорожки наблюдается растяжение нитей корда, практически не зависящее от внутреннего давления.

В крайних зонах беговой дорожки наблюдается как сжатие, так и растяжение нитей корда. Сжатие нитей корда (рис. 20) наблюдаемое в боковых частях шины, увеличивается с уменьшением внутреннего давления.

Деформация нитей корда больше при опоре на твердый грунт, чем при опоре на мягкий грунт. Деформация нитей при

сниженном до  $0,5 \text{ кг/см}^2$  внутреннем давлении достигает 15—20% на твердом и 8—10% на мягком грунте.

Из приведенных выше данных видно, что эксплуатация шин при пониженном внутреннем давлении приводит к значительному увеличению деформации и, следовательно, к повышенному нагреву шины. Кроме того, при увеличенной деформации шины возникают значительные деформации нитей корда, причем по боковине имеет место сжатие, весьма неблагоприятное для работы корда. Следует также иметь в виду, что сдвиговые деформации слоев корда значительно увеличиваются при увеличении общей деформации шины и снижают ее долговечность.

Температура нагрева шин с регулируемым давлением измерялась с помощью игольчатых термолар (рис. 21) при обкатке

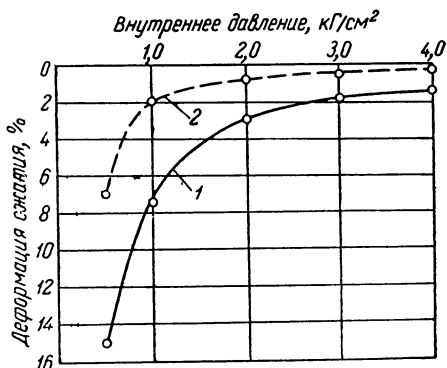


Рис. 20. Деформация нити по боковой части шины в зависимости от внутреннего давления:

1 — на твердом покрытии; 2 — на мягком грунте (песок).

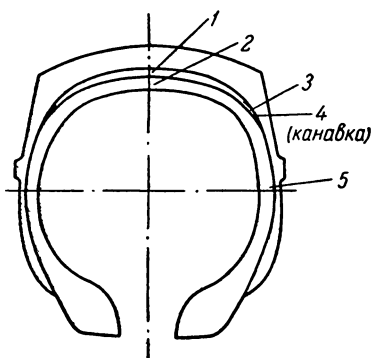
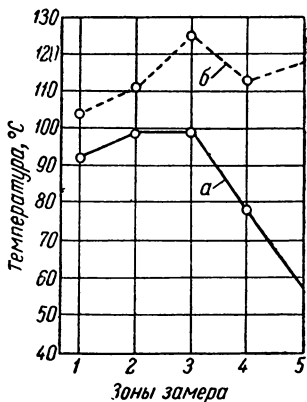


Рис. 21. Распределение температур по профилю шины в зависимости от внутреннего давления (шина 12,00—18 модели И-111, нагрузка 1600 кг):

а — внутреннее давление  $3 \text{ кг/см}^2$ ; б — то же,  $0,7 \text{ кг/см}^2$ ; 1—5 — точки замеров температуры.

На оси абсцисс показаны зоны замеров по профилю шины.

шин на станках. Были выявлены области повышенных температур по беговой части протектора при нормальном внутреннем

давлении в шине ( $3,0 \text{ кг/см}^2$ ) и по боковой части при сниженном давлении ( $0,7 \text{ кг/см}^2$ ). Смещение максимума температур объясняется изменением характера деформации шины. Несмотря на то, что при движении по мягкому грунту это смещение несколько уменьшается, все же опасность разрушения каркаса в боковых частях шины остается значительной вследствие больших деформаций в этих зонах. К тому же наибольший нагрев наблюдается в местах шины с максимальными напряжениями нитей корда.

В свете изложенного ясна рациональность ограничения режима движения автомобиля на шинах при сниженном давлении (табл. 4).

Таблица 4

Режим работы шин в различных дорожных условиях

Параметры режима работы шин	Характеристика дорог		
	дороги с твердым покрытием и укатанные грунтовые	неукатанные грунтовые дороги, целина с дерновым покровом, плотный песок	заболоченные участки, снежная целина, рыхлый песок
Внутреннее давление в шинах, $\text{кг/см}^2$	Нормальное внутреннее давление	1,5—2,0*	0,5—0,8*
Скорости движения $\text{км/час}$	До максимально возможной по техническому паспорту автомобиля	до 20	до 10

\* Точные данные по изменению внутреннего давления даны в «Технических условиях» на шины.

Для выяснения взаимодействия шины с регулируемым давлением с грунтом измерялись следующие основные характеристики: площадь контакта с дорогой, удельное давление, развиваемые тяговые усилия (по сцеплению с дорогой), проходимость.

Площадь контакта с дорогой измерялась на твердой поверхности путем снятия отпечатков протектора шины на бумаге; замер площади контакта на мягких грунтах производился с помощью мягкой тонкой ткани, которая облегла выступы и впадины рисунка протектора. Зависимость площади контакта шины с грунтом от внутреннего давления в шине показана на рис. 22. Из рис. 22 видно, что площадь контакта на мягком грунте в 2—4 раза больше, чем на твердой поверхности, и зависит от внутреннего давления. При снижении последнего различие в площади контакта на мягком и твердом грунте уменьшается, что объясняется уменьшением деформации грунта. Как

видно из рис. 22, увеличение площади контакта при снижении внутреннего давления происходит как за счет увеличения ширины, так и за счет увеличения длины контакта, однако рост последней величины происходит интенсивнее.

Изучение удельного давления в площади контакта шины с грунтом представляет особый интерес, так как величина этого показателя наряду с величиной площади контакта в значительной степени определяет проходимость автомобиля. Кроме того, удельное давление является одним из главных факторов, влияющих на износ шины. В связи с этим представляет интерес не только определение средних величин удельного давления, но и распределения его по площади контакта шины с дорогой в зависимости от эксплуатационных факторов.

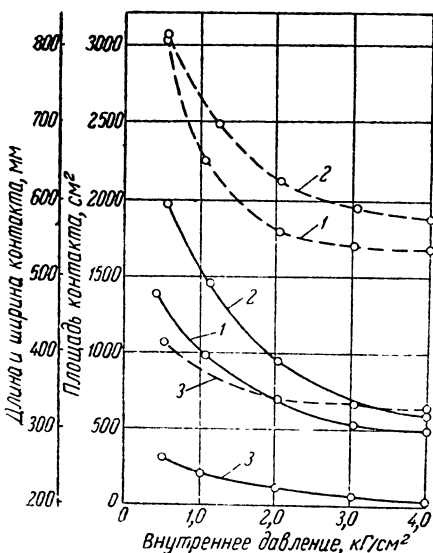


Рис. 22. Длина, ширина и площадь контакта шины в зависимости от внутреннего давления: сплошная линия — твердый грунт; пунктирная линия — мягкий грунт:

1 — площадь контакта; 2 — длина контакта; 3 — ширина контакта.

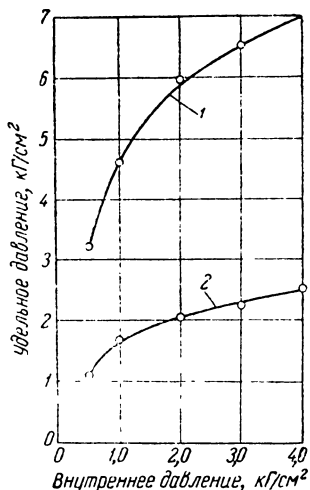


Рис. 23. Изменение среднего удельного давления на площадь контакта шины 12,00—18 с дорогой в зависимости от внутреннего давления:

1 — на твердом покрытии; 2 — на мягком грунте (песок).

Зависимость величин среднего удельного давления (по фактической площади соприкосновения с поверхностью) от внутреннего давления в шине показана на рис. 23. На твердом дорожном покрытии удельное давление (на выступах рисунка протектора) в 1,5—7 раз больше, чем внутреннее давление в шине. На мягком грунте удельное давление при сниженном

внутреннем давлении несколько выше его значения, а при нормальном внутреннем давлении — ниже его в 1,5—2 раза, что объясняется погружением шины в грунт и значительным увеличением площади контакта за счет боковых поверхностей грунтозацепов и боковых частей шины. Наименьшая величина средних удельных давлений (до 0,6—0,8  $\text{кг/см}^2$ ) наблюдается при сниженном внутреннем давлении.

При оценке работы шин с регулируемым давлением распределение удельного давления по площади контакта позволяет судить о фактическом взаимодействии шины с грунтом в различных местах контакта. Распределение истинных значений удельных давлений по площади контакта шины с грунтом измерялось с помощью специальных резиновых ковриков\*, имеющих конусообразные выступы, по деформации которых определяется удельное давление.

Полученные таким образом для шин 12,00—18 величины удельных давлений, характеризуемые величиной отпечатков, показаны на рис. 24. Удельные давления при контакте шин

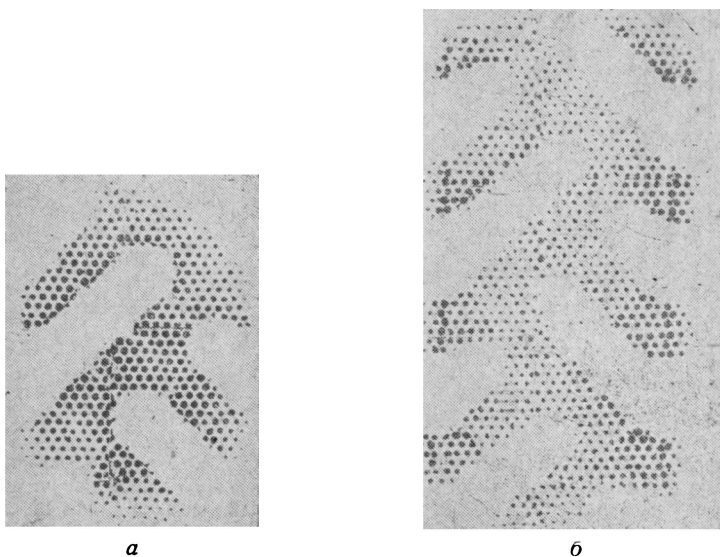


Рис. 24. Распределение удельных давлений на твердом покрытии (шина 12,00—18, нагрузка 1600  $\text{кг}$ ):  
а — внутреннее давление 3,0  $\text{кг/см}^2$ ; б — то же, 0,5  $\text{кг/см}^2$ .

(выступов рисунка) с твердой поверхностью наиболее равномерно распределяются по площади контакта при внутреннем давлении 2,0  $\text{кг/см}^2$  (нагрузка 1600  $\text{кг}$ ) и достигают величины

\* Метод предложен С. М. Цукербергом.

7—9  $\text{кг/см}^2$ . Наибольшая разница в распределении удельных давлений по площади контакта шины с твердой поверхностью наблюдается при внутреннем давлении 0,5  $\text{кг/см}^2$ , при этом минимальное удельное давление по центру контакта составляет 1,5—2  $\text{кг/см}^2$ , а максимальное удельное давление 10—12  $\text{кг/см}^2$  наблюдается по краю контакта.

При нормальном внутреннем давлении 3,0  $\text{кг/см}^2$  и соответствующей нагрузке (1600  $\text{кг}$ ) удельное давление в площади контакта имеет ясно выраженный максимум по центру беговой дорожки (9—10  $\text{кг/см}^2$ ). Распределение удельных давлений по площади контакта шины с мягким грунтом, определенное с помощью тонкой ткани, облегаящей выступы рисунка шины, показало, что наиболее равномерное распределение давления наблюдается при внутреннем давлении 0,5  $\text{кг/см}^2$ . Удельное давление на выступах рисунка находится при этом в пределах 2,5—3,0  $\text{кг/см}^2$ . При увеличении внутреннего давления максимум удельного давления располагается в центральной части контакта и достигает при внутреннем давлении равном 2,0  $\text{кг/см}^2$  — 5  $\text{кг/см}^2$ , а при внутреннем давлении равном 3,0  $\text{кг/см}^2$  — 8—9  $\text{кг/см}^2$ .

Проходимость автомобиля при движении по мягким грунтам определяется, помимо площади контакта и удельного давления, величинами возможного тягового усилия на ведущих колесах и сопротивления качению колес. Для измерения этих показателей были проведены соответствующие дорожные испытания. Используя метод пробуксовывания автомобиля, на динамографе можно было фиксировать развиваемые величины тягового усилия. На рис. 25 показана зависимость коэффициента сцепления шины с грунтом (песок) от внутреннего давления в шине. Коэффициент сцепления увеличивается при уменьшении внутреннего давления, что объясняется в основном увеличением площади срезаемого грунта (рис. 25), а также увеличением поверхностей трения.

Усилия, необходимые для качения шин, определялись также в дорожных условиях путем буксировки автомобиля. На рис. 26 показана зависимость величины сопротивления качению на мяг-

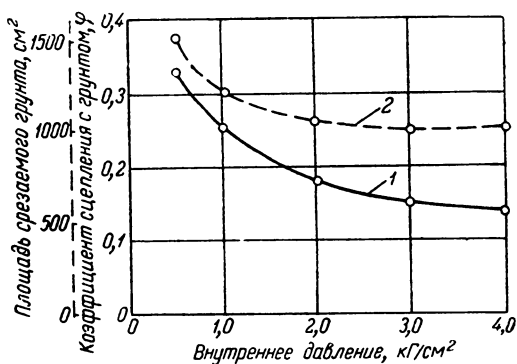


Рис. 25. Коэффициент сцепления с грунтом и площадь срезаемого грунта в зависимости от внутреннего давления в шине 12,00—18: 1 — коэффициент сцепления с грунтом; 2 — площадь срезаемого грунта.

ких грунтах от внутреннего давления в шинах. С уменьшением внутреннего давления необходимые усилия на качение уменьшаются. Таким образом, и в этом отношении — по величине сопротивления качению — проходимость автомобиля повышается при снижении внутреннего давления в шинах.

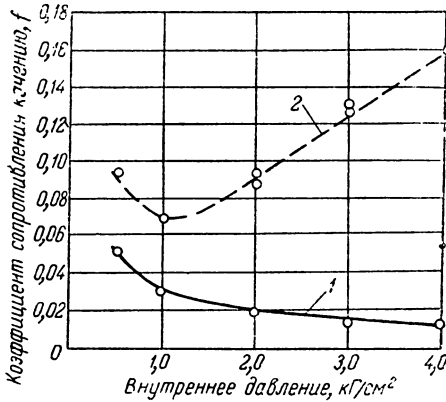


Рис. 26. Коэффициент сопротивления качению шины в зависимости от внутреннего давления:  
1 — на твердой поверхности (асфальтбетон);  
2 — на мягком грунте (песок).

Установленное опытом некоторое увеличение сопротивления качению при минимальном внутреннем давлении объясняется значительной деформацией шины.

Небезынтересно отметить, что увеличение внутреннего давления в шине при качении по твердой поверхности дает снижение потерь на качение, в то время как при работе шин на мягком грунте наблюдается обратное явление: сопротивление качению значительно увеличивается.

На рис. 27 показана зависимость величин коэффициентов сопротивления качению и сцепления шины с грунтом от внутреннего давления в шине при движении автомобиля по мягкому грунту.

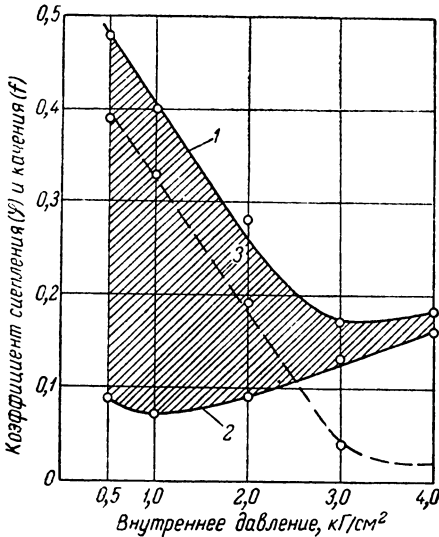


Рис. 27. Коэффициент сцепления с грунтом, коэффициент качения и разность между ними в зависимости от внутреннего давления в шине:

1 — коэффициент сцепления ( $\rho$ ); 2 — коэффициент качения ( $f$ ); 3 — разность коэффициентов сцепления и качения.

Как уже было сказано выше, величина коэффициента сопротивления качению уменьшается при снижении внутреннего давления в шине. Одновременно с уменьшением внутреннего давления повышается коэффициент сцепления.

Таким образом, область, заключенная между кривыми 1 и 2, характеризует возможную проходимость



автомобиля на шинах с регулируемым внутренним давлением в условиях движения по мягкому грунту (песок).

### Долговечность шин

Как ясно из предыдущего, шины с регулируемым давлением работают в более тяжелых условиях, чем обычные шины, поэтому задача повышения долговечности этих шин является весьма трудной, но одновременно и очень важной. В настоящее время в связи с более тяжелым режимом работы, чем у обычных шин, шины с регулируемым давлением имеют несколько сниженный амортизационный пробег. Принимаются меры по усовершенствованию конструкции и применению улучшенных материалов для повышения ходимости этих шин. Большие перспективы в этом направлении открывает расширение производства новых синтетических материалов, в том числе полиамидных волокон и улучшенных каучуков. Можно указать в качестве примера, что только применение в шинах капрона повысит ходимость их на 25—30%.

#### Некоторые особенности расчета шин с регулируемым давлением

При проектировании шин с регулируемым внутренним давлением используются те же зависимости, что и для обычных шин, но с уменьшением расчетной нагрузки на 50—75%. Такое снижение расчетной нагрузки вызвано необходимостью работы этих шин при сниженном давлении, что сопровождается резким возрастанием деформации шины и напряжения в нитях корда. Таким образом, зависимость нагрузки от внутреннего давления для расчета шин с регулируемым внутренним давлением будет:

$$(1,5 + 1,75) Q = A \cdot K \cdot P^{0,585} \cdot B_1^{39} (d + B_1) \quad (1)$$

где  $Q$  — допустимая нагрузка, кг;

$A$  и  $K$  — коэффициенты, зависящие от условий эксплуатации; обычно произведение  $A \cdot K$  находится в пределах 0,056 ÷ 0,065;

$P$  — внутреннее давление, кг/см<sup>2</sup>;

$B_1$  — ширина профиля шины, смонтированной на обод шириной, равной 62,5% от ширины профиля, мм;

$d$  — диаметр обода, мм.

Величина  $B_1$  подсчитывается в зависимости от действительной ширины профиля надутой шины  $B_{над.}$  по формуле:

$$B_1 = \frac{B_{над.} - 0,46c}{0,713}$$

где  $c$  — ширина обода.

В формуле (1) принимается, что ширина обода, на котором смонтирована шина, не влияет на величину допускаемой нагрузки.

Анализ нормативов, ГОСТ на автошины, а также различных зарубежных справочников и данных фирм, показывает, что для грузовых шин расчетная формула может быть записана в более простом виде:

$$Q = K \cdot B^2 \frac{d + B}{d_0 + B} \quad (2)$$

где  $Q$  — допускаемая нагрузка, кг;

$B$  — ширина профиля надутой шины, см;

$d$  — диаметр обода, см;

$d_0$  — диаметр стандартного 20-дюймового обода, равный 50,8 см.

$K$  — постоянный коэффициент, называемый коэффициентом нагруженности шины, кг/см<sup>2</sup>.

Для шин с регулируемым давлением коэффициент  $K$  лежит в пределах  $1,5 \div 1,7$ .

### АРОЧНЫЕ ШИНЫ

В последние годы (с 1952 г.) в иностранной литературе появились сообщения о шинах новой конструкции, имеющих конфигурацию, близкую к сферической (рис. 28). Отличительной

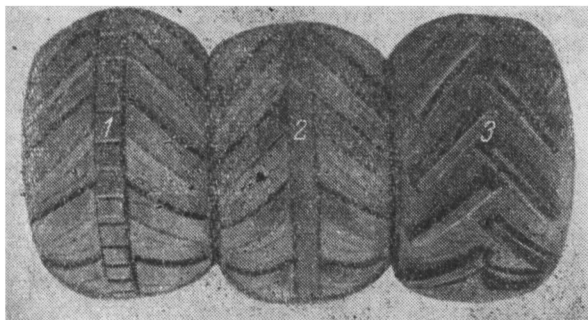


Рис. 28. Шины «Липсоид» фирмы Штраусслер:

1 — протектор с рисунком повышенной проходимости и центральным шашечным поясом; 2 — протектор с рисунком повышенной проходимости и центральным продольным поясом; 3 — протектор с рисунком повышенной проходимости.

особенностью этих шин является большая ширина профиля при сравнительно небольшом наружном диаметре и высоте профиля. Фирма «Штраусслер» (Англия), впервые изготовившая эти шины, назвала их шинами «Липсоид (Lipsoid)». В табл. 5

Таблица 5

## Характеристика шин «Липсоид» фирмы «Штраусслер»

Наружный диаметр шины		Ширина профиля шины		Площадь контакта		Диаметр обода дюймы	Число слоев	Нагрузка на шину кг
дюймы	мм	дюймы	мм	дюймы <sup>2</sup>	см <sup>2</sup>			
32	815	16	406	318	2040	16,5	8	1 500
41	1041	26	660	742	4800	19	8	3 500
44	1120	28	714	870	5600	22,5	8	5 000
52	1323	28	714	1028	6640	26	10	7 000
66	1680	33	840	1452	9400	38	12	12 000

приведены данные из каталога фирмы «Штраусслер» по шинам «Липсоид». В последующих рекомендациях фирма «Штраусслер» указывает гораздо меньшую допустимую нагрузку на шины (табл. 6).

Таблица 6

## Уточненные нагрузки на шины «Липсоид» фирмы «Штраусслер»

Размер шины дюймы	Уточненная нагрузка на шину кг
32×16	750
41×26	2500
44×30	3000
52×28	5000
66×33	8000

Шины «Липсоид» применяются на специальных тягачах, автомобилях и тракторах, предназначенных для работы по бездорожью. По утверждению фирмы «Штраусслер», автомобиль на шинах «Липсоид» может на большой скорости преодолевать крутые подъемы и спуски, проходить по мягким грунтам (песок, размягченная грунтовая дорога, заболоченная местность). Максимальная скорость движения автомобиля достигает 80 км/час.

Шины «Липсоид» производятся кустарным способом. Сначала изготавливают гладкую шину, вулканизуют ее в котле, затем вручную наклеивают профилированные грунтозацепы из сырой резины и шину вторично вулканизуют.

Кроме фирмы «Штраусслер», шины «Липсоид» изготавливает также фирма «Метцелер» (ФРГ).

Работа по созданию арочных шин была начата в Советском Союзе в 1956 г. В НИИ шинной промышленности был разработан проект первой арочной шины размером 1000×650. Для получения предварительных данных о работе арочных шин институт изготовил арочные шины 1000×650 с гладким протекто-

ром. В 1957 г. Ярославским шинным заводом были изготовлены первые опытные образцы арочных шин  $1140 \times 700$  модели Я-146 для автомобиля ЗИЛ-150, а НИИ шинной промышленности изготовлены шины  $1000 \times 650$  модели И-182 для автомобиля ГАЗ-51. Шина  $1000 \times 650$  допускает максимальную нагрузку  $2000 \text{ кг}$  при внутреннем давлении воздуха  $1,4 \text{ кг/см}^2$ , а шина  $1140 \times 700$  при том же внутреннем давлении воздуха—нагрузку

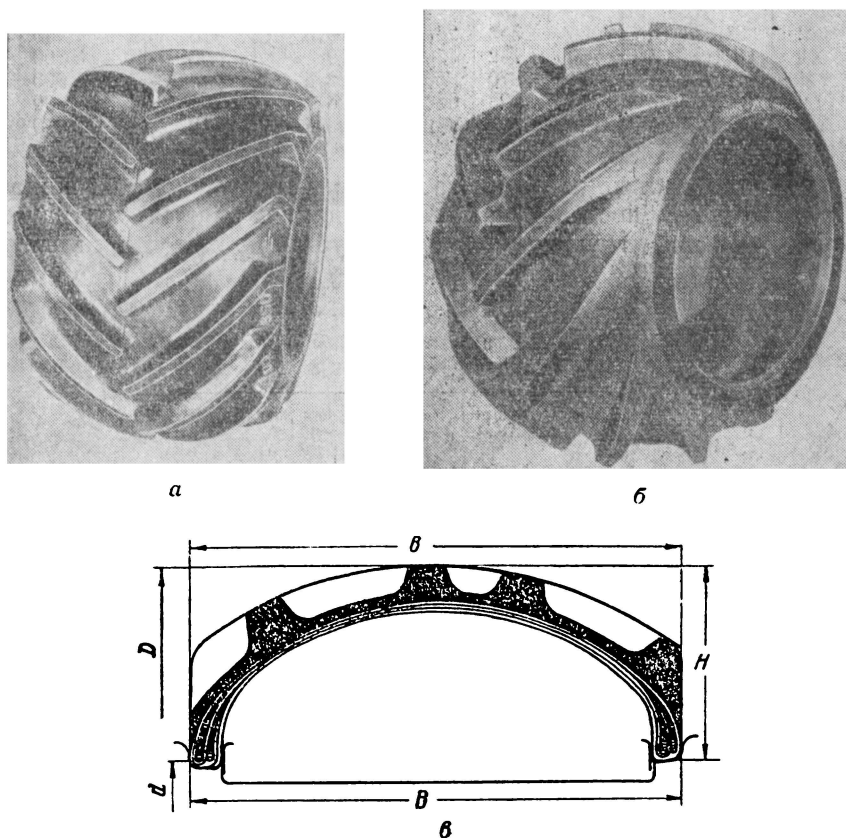


Рис. 29. Арочная шина  $1000 \times 650$  модели И-182 (а); арочная шина  $1140 \times 700$  модели Я-146 (б); разрез арочной шины (в).

$3000 \text{ кг}$ . Шина  $1000 \times 650$  устанавливается на задний мост автомобиля ГАЗ-51 вместо сдвоенных шин  $7,50-20$ , на передних колесах остаются шины  $7,50-20$ ; шина  $1140 \times 700$  устанавливается на задний мост автомобиля ЗИЛ-150 вместо сдвоенных шин  $260-20$ , на передних колесах остаются шины  $260-20$ . Общий вид шин  $1000 \times 650$  модели И-182 и шин  $1140 \times 700$  модели Я-146 показан на рис. 29.

## Конструкция шин

Арочная шина по своим конструктивным данным и внешнему виду существенно отличается от обычных автомобильных шин. Она представляет собой шар, усеченный с двух сторон. В поперечном сечении арочная шина напоминает арку с двухсторонним закреплением бортов (обычные автомобильные шины имеют форму тора с односторонним закреплением бортов).

Основные конструктивные соотношения арочных шин, изготовляемых в настоящее время шинной промышленностью, и соответствующих им обычных шин приведены в табл. 7.

Как видно из табл. 7, ширину профиля арочной шины принято брать равной 0,50—0,65 ее диаметра. Арочные шины в 2,5—3,5 раза шире обычных автомобильных шин. Высота профиля арочных шин гораздо меньше их ширины: отношение высоты профиля к ширине ( $H/B$ ) у этих шин лежит в пределах 0,3—0,4, в то время как у обычных шин высота профиля равна или несколько больше ширины профиля ( $H/B$  для обычных грузовых и легковых автомобильных шин равно 0,95—1,15).

Отношение ширины беговой дорожки протектора к общей ширине у арочных шин достигает величины 0,95—0,98. У стандартных грузовых шин это соотношение лежит в пределах 0,72—0,81. Увеличение ширины беговой дорожки протектора объясняется стремлением улучшить сцепление шины с мягким грунтом.

Арочные шины по условиям работы обычно снабжаются протектором с рисунком повышенной проходимости.

У арочных шин моделей И-182, И-185 и Я-146 (рис. 29) этот рисунок выполнен в виде грунтозацепов шириной 25—35 мм, расположенных под углом  $45^\circ$  к окружному сечению шины. Глубина рисунка достигает 40—60 мм, в то время как у грузовых шин с дорожным или комбинированным рисунком глубина рисунка не превышает 13 мм, с рисунком повышенной проходимости — 25 мм, у сельскохозяйственных шин глубина рисунка достигает 25—35 мм, у тракторных шин, предназначенных для работы в болотистой местности, — 60 мм. Грунтозацепы расположены по протектору с большим шагом ( $\approx 225$  мм). Площадь грунтозацепов составляет 16—17% от общей площади протектора. Такая конструкция рисунка обеспечивает хорошее сцепление шины с мягким грунтом и хорошую самоочищаемость. Однако существенным недостатком этого рисунка является низкая износостойкость.

Учитывая, что арочные шины предназначены для работы при больших деформациях (до 30%) и передачи большого крутящего момента, они изготавливаются из высокопрочного капронового корда и резины на основе натурального каучука (100%). С целью уменьшения напряжений изгиба, которые концентрируются по углам беговой дорожки, в шинах  $1000 \times 650$  и

Конструктивные характеристики арокных шин и соответствующих им обычных автомобильных шин

Характеристика шин	Арокные шины				Обычные шины		
	1000×650	1140×700	1500×840	900—20	260—20	7,50—20	
	И-182	Я-146	И-185	М-13	И-125	Я-44	
Модель . . . . .	6	8	10	10	8		
Число слоев корда . . . . .	650	700	820	152	127		
Ширина обода, мм . . . . .	Габариты шины по форме						
Наружный диаметр, мм . . . . .	1000	1140	1500	1022,6	1044	937	
Посадочный диаметр, мм . . . . .	508	629	1000	509	509	509	
Высота профиля, мм . . . . .	246	255	250	256	267	212	
Ширина профиля, мм . . . . .	650	700	840	246	231	192	
Ширина протектора по хорде, мм . . . . .	620	500	820	200	178	146	
Стрела дуги протектора, мм . . . . .	107	54	128	22	25	17	
Отношение высоты профиля к ширине, $\frac{H}{B}$ . . . . .	0,38	0,37	0,30	1,11	1,08	1,11	
Отношение ширины протектора по хорде к ширине профиля, $\frac{b}{B}$ . . . . .	0,95	0,72	0,98	0,72	0,81	0,76	

Отношение стрелы протектора к высоте профиля $\frac{h}{H}$ . . . . .	44	44	—	51	8,6	9,2	8,3
Отношение ширины профиля к наружному диаметру $\frac{B}{D}$ . . . . .	0,65	0,65	0,61	0,56	0,24	0,22	0,21
Глубина рисунка, мм . . . . .	40	40	60	40	11,5	11	13,0
Толщина протектора по короне, мм . . . . .	47	47	71	47	18	20	20
Площадь выступов, % от всей поверхности протектора . . . . .	17	17	16,8	16	61	53	—
Г а б а р и т ы   н а д у т о й   ш и н ы							
Максимальная рекомендуемая нагрузка, кг . . . . .	2000	500	3000	3000 (1575)	1550	1550	1000
Внутреннее давление, кг/см <sup>2</sup> . . . . .	1,4	0,5	1,4	1,4 (0,7)	4,5	4,5	4,0
Наружный диаметр, мм . . . . .	1035	1021	—	1578 (1562)	1014	1040	930
Статический радиус, мм . . . . .	442	472	465	— (783)	478	490	445
Среднее удельное давление в площади контакта кг/см <sup>2</sup> . . . . .	1,0	0,84	1,6	— (0,66)	4,6	3,8	4,7
Радиус качения, мм (динамический) . . . . .	495	—	550	—	480	493	438
Среднее удельное давление на выступах (при качении по твердой поверхности), кг/см <sup>2</sup> . . . . .	7,5	4,0	—	— (3,4)	7,6	7,2	9,0
Вес покрышки, кг . . . . .	7,0	67	114	145	48	48	33
Напряжение на нить, кг/мм <sup>2</sup> (по короне) . . . . .	0,95	0,50	—	0,48	1,29	1,17	—

П р и м е ч а н и е. В скобках указаны нагрузки и соответствующие им внутренние давления воздуха в шинах.

1500×840 предусмотрено наложение в этой зоне на первый слой каркаса усилительных резиновых ленточек калибром 5,0 мм и шириной до 80 мм.

НИИ шинной промышленности и шинные заводы разработали ряд конструкций арочных шин для основного парка грузовых автомобилей и других машин (табл. 8).

Таблица 8  
Основные размеры арочных шин, разработанных  
в Советском Союзе

Размер шины	Нагрузка кг	Внутреннее давление кг/см <sup>2</sup>	Марка автомобиля
600×340	600	0,8	—
760×315	600	0,8	ГАЗ-69
755×380	600	—	ГАЗ-69
900×450	900	0,9	ГАЗ-62
1000×600	2000	1,4	ГАЗ-51
1000×580	2000	1,4	ГАЗ-51
1060×600	2400	—	Урал-ЗИС 355М
1000×650	2000	1,4	ГАЗ-51
1140×700	3000	1,4	ЗИЛ-150
1300×700	5000	2,25	СК-3
1300×750	5000	—	ЯАЗ-200
1500×840	3000	1,0	СК-3 Тягачи

Арочные шины изготавливаются бескамерными; сжатый воздух подается непосредственно в полость между ободом и покрышкой.

Для уменьшения диффузии воздуха в тело шины на внутренней стороне покрышки предусмотрен герметизирующий слой резины. Этот слой может быть изготовлен из резины на основе натурального каучука. Целесообразно применение в герметизирующем слое резин из бутилкаучука, обладающего большой воздухопроницаемостью.

### Особенности изготовления шин

В настоящее время арочные шины изготавливаются в основном по технологии, принятой для обычных автомобильных бескамерных шин, на имеющемся технологическом оборудовании шинного производства. Однако в технологии изготовления таких шин имеется ряд особенностей, обусловленных различиями в их конструкции.

Большая ширина профиля арочной шины вызывает необходимость применения протектора шириной 840—1000 мм. Для выпуска такой заготовки нужны 12" и более мощные шприц-машины. При использовании менее мощных шприц-машин про-



тектор приходится изготавливать из нескольких деталей. Из-за большого объема варочных камер, применяемых для вулканизации арочных шин, варочные камеры не могут заправляться в заготовку сырой покрышки механическим способом на экспендере. В настоящее время заправка и выемка варочной камеры из арочной шины остается тяжелой ручной операцией.

### Конструкция обода и колеса

Шины монтируются на специальный герметичный обод, конструкция которого рассмотрена ниже.

Автомобильной промышленностью разработано два типа опытных ободов к арочным шинам: обод с распорным кольцом и обод с фланцевым креплением бортов шины.

Общий вид обода с распорным кольцом показан на рис. 30,а. Обод с распорным кольцом состоит из двух частей: наружной 1 и распорного кольца 3. Борты шины 2 посажены на конические полки обода. Угол наклона полки обода равен  $10^\circ$ . Борты шины закрепляются на обode с помощью разрезного распорного кольца 3. Для увеличения жесткости распорное кольцо имеет гофрированную поверхность в поперечном направлении. Герметизация шины по борту достигается за счет плотной посадки борта на полку обода. Диаметр шины на 1,8 мм меньше диаметра обода. Для предотвращения утечки воздуха по месту разъема обода укладывается резиновый уплотнительный шнур—4. Воздух в полость между ободом и шиной подается через вентиль типа МО-2, устанавливаемый непосредственно на обode колеса.

Монтаж шины на обод производится в следующем порядке. Разрезное распорное кольцо несколько сжимается в окружном направлении и вставляется внутрь шины. В шине кольцо центрируется и в месте разреза скрепляется внахлестку тремя винтами. На внутреннюю половину обода, положенную на полку шпильками вверх, укладывают уплотнительный шнур, а затем на нее надевают шину с распорным кольцом. После этого в шину устанавливают верхнюю половину обода и обод стягивают шпильками до полной посадки бортов шины на полку обода.

После монтажа и подкачки шины колесо должно проверяться на герметичность. Места соединений бортов шины с крайней и места разъема обода смачиваются мыльной водой. Появление пузырьков указывает на пропуск воздуха.

Эксплуатационные испытания шин  $1000 \times 650$  и  $1140 \times 700$  показали, что герметизация в местах соединений бортов шины с ободом и в местах разъема обода не всегда надежна. Распорное кольцо является дополнительной сравнительно тяжелой деталью. При наезде шины на препятствие высотой более 200—250 мм из-за значительного пробега шины может про-

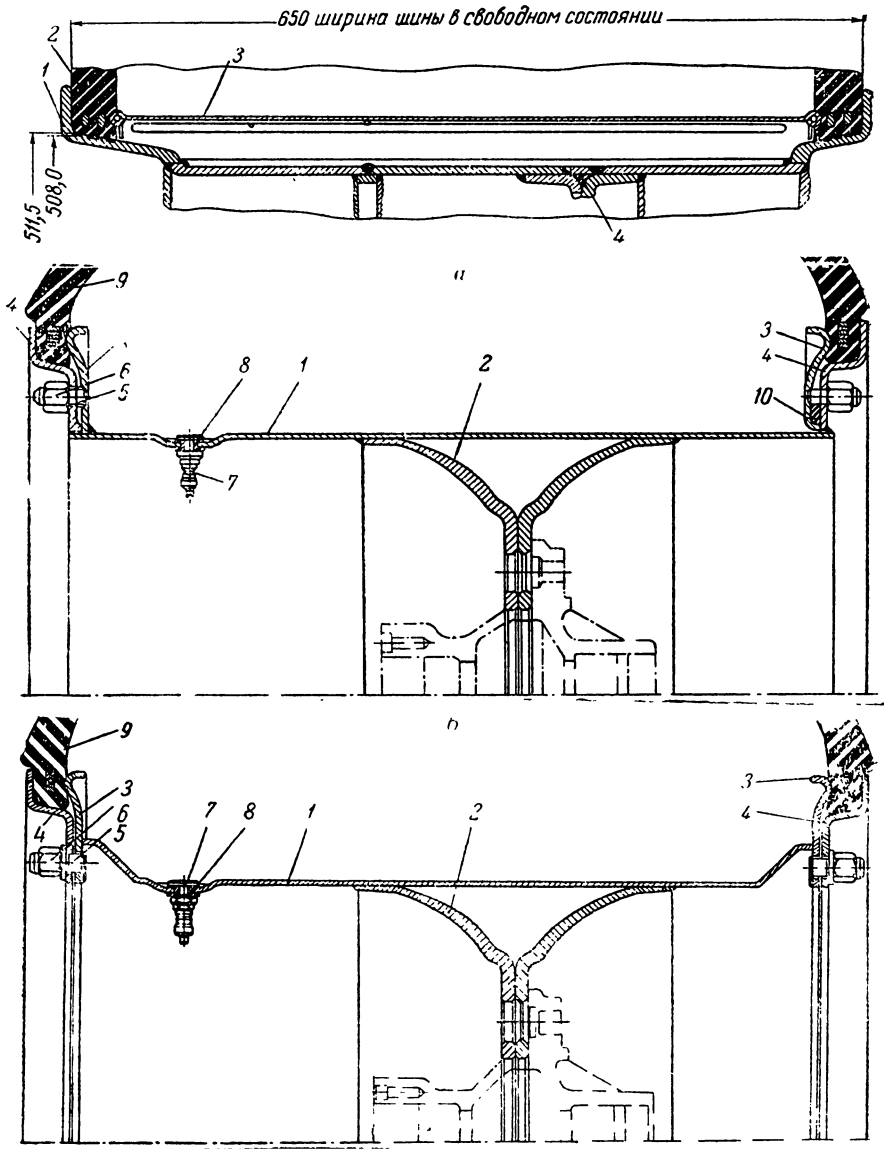


Рис. 30. Конструкции ободов арочных шин.

- а—Обод арочной шины с распорным кольцом:  
 1 — наружная часть обода в сборе; 2 — шина; 3 — распорное кольцо; 4 — резиновый уплотнительный шнур.
- б—Обод арочной шины с фланцевым креплением конструкции ЦКБ по ободам:  
 1 — обод; 2 — диск; 3 — внутренний фланец; 4 — наружный фланец; 5 — шпилька; 6 — гайка; 7 — вентиль МО-2; 8 — уплотнительная шайба; 9 — шина; 10 — уплотнительный шнур.
- в—Модернизированный обод арочной шины с фланцевым креплением конструкции ЦКБ по ободам:  
 1 — обод; 2 — диск; 3 — внутренний фланец; 4 — наружный фланец; 5 — шпилька; 6 — гайка; 7 — вентиль МО-2; 8 — уплотнительная шайба; 9 — шина.

изойти деформация распорного кольца. В результате этого уменьшается сила, удерживающая борт шины на полках обода, посадка борта ослабляется, что может привести к потере герметичности шины.

На рис. 30,б и 30,в показаны два варианта обода с фланцевым креплением бортов шины. Герметизация мест соединения бортов шины с ободом достигается за счет плотного прилегания сферических поверхностей внутренних фланцев к бортам шины. Колесо в первом варианте (рис. 30,б) состоит из обода 1, двух дисков 2 и четырех бортовых фланцев: двух внутренних 3 и двух наружных 4. Диски приварены к ободу. Один из наружных фланцев 4 является съемным, а остальные фланцы постоянно соединены с ободом, причем один из внутренних фланцев 3 может передвигаться на ширину обода, располагаясь между двумя фланцами, приваренными к ободу. Борты шины зажимают фланцами. Как показано на рис. 30,б и на рис. 30,в, левый борт зажимается между съемным наружным и неподвижным внутренним фланцами. Правый борт зажимается между подвижным внутренним и неподвижным наружным фланцами. Крепление фланцев осуществляют шпильками 5, приваренными к внутренним бортовым фланцам, и гайками 6. Для предотвращения утечки воздуха между внутренним подвижным и наружным бортовыми фланцами прокладывают уплотнительный резиновый шнур (см. рис. 30,б). Воздух в полость шины подается через вентиль 7 типа МО-2, установленный на ободе колеса. Уплотнение вентиля на ободе достигают с помощью двух резиновых шайб 8. Вес обода описанной конструкции для шины 1140×700 составляет 108 кг.

При монтаже арочной шины на обод используют монтажные лопатки, два установочных стержня и пневмометрический ключ. Монтаж шины на обод показан на рис. 31.

Второй вариант обода с фланцевым креплением бортов шины (рис. 30,в) отличается от первого (рис. 30,б) тем, что оба внутренних фланца приварены к ободу, а оба наружных фланца съемные. Фланцы скрепляют между собой рядом шпилек, расположенных снаружи под ободом колеса. Герметизация мест соединения шины с ободом, как и в первом варианте обода, достигается путем плотного прилегания сфери-



Рис. 31. Монтаж арочной шины.

ческих поверхностей внутренних фланцев к бортам шины. Приварка обоих внутренних фланцев к ободу улучшает герметичность обода за счет уменьшения числа герметизирующих мест.

Съемные фланцы имеют конические полки с углом при вершине конуса  $10^\circ$ . Посадочный диаметр обода на 1—1,5 мм больше посадочного диаметра шины. Таким образом борта шины садятся на полки обода с натяжением, что предохраняет шину от проворачивания на ободе.

Диски колеса смещены относительно середины обода, это смещение обуславливается величиной колесных проемов у автомобилей. Такое несимметричное расположение дисков приводит к неравномерному нагружению подшипников ступицы колеса.

Описанные конструкции ободов с фланцевым креплением имеют ряд недостатков [ненадежность герметизации с помощью уплотнительного шнура, наличие болтов (12 шт.), усложняющих монтаж; кроме того, при затяжке гаек очень часты случаи срыва резьбы] и не удовлетворяют полностью предъявляемым к ним требованиям.

Как показали эксплуатационные испытания, модернизированный обод с фланцевым креплением (рис. 30,в) надежен в эксплуатации, удобен при монтаже и демонтаже шины, хорошо обеспечивает герметизацию. Таким образом, обод данной конструкции является наиболее совершенным для арочных шин.

### Особенности эксплуатации шин

При движении автомобиля на обычных автомобильных шинах по дорогам с твердым покрытием сила сцепления шины с дорогой вполне достаточна, чтобы реализовать тяговые усилия и обеспечить хорошие динамические качества автомобиля. При движении по мягким грунтовым дорогам (размокший грунт, песок, заболоченная луговина, пахота и т. д.), а также по снежной целине сила сцепления обычных шин с грунтом, как правило, недостаточна и у автомобиля резко ухудшаются динамические качества, а порой автомобиль полностью теряет способность к передвижению.

Обычные шины также не могут обеспечить хорошую проходимость и других самоходных машин (комбайн, самоходное шасси и др.) при движении по бездорожью.

Арочные шины обладают значительными преимуществами по сравнению с обычными шинами и гусеницами. Гусеничные движители благодаря большой опорной поверхности позволяют достичь низкого удельного давления на грунт ( $0,1—0,5 \text{ кг/см}^2$ ) и вследствие этого дают хорошее сцепление с грунтом. Однако гусеницы имеют значительный вес и дороги в эксплуатации. На изготовление их требуется много металла. Благодаря интенсивному износу, особенно в местах шарнирных соединений, гусеницы имеют низкий срок службы. На преодоление трения в шар-

нирах и самих гусеницах расходуется значительная часть мощности двигателя.

Шины повышенного диаметра и профиля при малом значении внутреннего давления воздуха в них обеспечивают большую площадь контакта. Однако при этом центр тяжести машины смещается, а габариты машины увеличиваются. Повышенная масса шины и обода увеличивает инерцию колеса, что ухудшает динамические качества машины.

Колеса с арочными шинами могут применяться на всех самоходных машинах, работающих на мягких грунтовых дорогах и по бездорожью, в частности на автомобилях, самоходных шасси, комбайнах, тракторах и других машинах. Наиболее рационально арочные шины устанавливать на ведущие мосты самоходных машин.

В серийных грузовых автомобилях (ГАЗ-51, ЗИЛ-150 и др.) колеса с арочными шинами устанавливаются на задний мост. У подавляющего числа отечественных грузовых автомобилей на заднем мосту имеется по два колеса с каждой стороны. Колеса с арочной шиной устанавливаются по одному с каждой стороны, таким образом одной арочной шиной заменяются две обычные шины. При установке колес с арочными шинами на задний мост грузового автомобиля не требуется никаких дополнительных переделок автомобиля, т. е. колеса с арочными шинами и обычные — взаимозаменяемы.

Низкое удельное давление в зоне контакта арочной шины с дорогой и хорошее сцепление с грунтом дают возможность реализовать в условиях мягких и влажных грунтов большие тяговые усилия, в результате чего проходимость автомобиля существенным образом возрастает. Проходимость автомобилей ГАЗ-51 и ЗИЛ-150, имеющих задние колеса с арочными шинами, становится равноценной проходимости автомобилей ГАЗ-63 и ЗИЛ-151, соответственно, с двумя и тремя ведущими осями.

В качестве примера в табл. 9 приведены относительные значения тягового усилия автомобиля ГАЗ-51 на арочных и

Таблица 9

Тяговые усилия автомобиля ГАЗ-51 на арочных и на обычных шинах и автомобиля ГАЗ-63 на обычных шинах

Тип автомобиля и шин	Тяговые усилия автомобиля %	
	на сухом песке	на разбитой грунтовой (глинистой) дороге
ГАЗ-51 на шинах 7,50—20 модели Я-44 . . . . .	100	30
ГАЗ-63 на шинах 9,00—18 модели И-98 . . . . .	200	166
ГАЗ-51 на арочных шинах 1000×650 модели И-182	344	244

обычных шинах и автомобиля ГАЗ-63 на обычных шинах (по данным Горьковского автомобильного завода). Значение тягового усилия автомобиля ГАЗ-51 на стандартных шинах 7,50—20 модели Я-44 на сухом песке принято за 100%.

Из табл. 9 видно, что на сухом песке автомобиль на арочных шинах развивает в 3,5, а на разбитой глинистой дороге — в 8 раз большее тяговое усилие, чем на обычных шинах.

Автомобиль с арочными шинами может надежно передвигаться по мягкому переувлажненному грунту, жидкой грязи, сухому песку, заснеженной целине. Результаты лабораторно-дорожных испытаний арочных шин, проведенные НАМИ, НИИШП и ЯШЗ, а также опыт эксплуатации опытных шин 1140×700 в ряде автомобильных хозяйств показали, что при движении по жидкой грязи глубиной до 500—700 мм в период весенней распутицы автомобили ЗИЛ-150 и ГАЗ-51 на арочных шинах могли уверенно идти со скоростью до 12 км/час. В указанных условиях эти автомобили на обычных шинах передвигаться не могли. На арочных шинах автомобили ГАЗ-51 и ЗИЛ-150 могут преодолевать неглубокие водоемы с илистым дном, заболоченную луговину. На сухой суглинистой и черноземной пахоте (глубина вспашки 200 мм) автомобиль может развивать скорость до 18 км/час.

В зимних условиях проходимость автомобиля с арочными шинами также значительно выше, чем на обычных автомобильных шинах. Автомобили ГАЗ-51 и ЗИЛ-150 на арочных шинах легко проходят по снежной целине глубиной 500—600 мм. При наличии наста сила сопротивления движению автомобиля, в особенности качению передних колес, резко возрастает. В этом случае автомобиль ГАЗ-51 может преодолевать снежный покров глубиной до 300 мм. При глубине покрова 350—400 мм автомобиль может двигаться только с применением заднего хода — путем «раскачки». Наблюдались случаи, когда автомобиль с арочными шинами на снежной целине проходил три-четыре раза по одному следу, и по проложенной колее могли двигаться обычные грузовые автомобили. Эта особенность указывает на возможность организации в зимнее время автоколонн во главе с тремя-четырьмя автомобилями на колесах с арочными шинами. Такие автоколонны могут двигаться по снежной целине или по сильно заснеженной дороге.

При движении автомобиля в зимнее время по укатанным шоссейным или обледенелым дорогам арочные шины с рисунком протектора высокой проходимости в виде отдельных грунтозацепов не обеспечивают достаточного сцепления с дорогой, особенно в боковом направлении. Автомобиль становится очень чувствительным к боковому заносу. Для повышения сцепления арочной шины с дорогой в боковом направлении целесообразно видоизменить рисунок протектора. Вероятно, будет целесообразным рисунок протектора с непрерывными кольцевы-

ми выступами в окружном направлении. Такой непрерывный пояс выступов рисунка протектора должен способствовать увеличению сцепления шины с дорогой в боковом направлении.

Реализация больших тяговых усилий колесами с арочными шинами требует повышенного внимания со стороны водителя. Водитель должен помнить, что при движении по бездорожью резкое включение сцепления, особенно при использовании понижающих передач (первой и второй), всевозможные рывки могут привести к поломке элементов силовой передачи автомобиля. Только плавное движение и отсутствие рывков позволяют водителю полностью использовать высокие качества арочных шин.

Как уже отмечалось выше, арочные шины значительно шире обычных сдвоенных колес автомобилей. Это обстоятельство иногда отрицательно сказывается на эксплуатации арочных шин. Так, например, при движении арочной шины по колее, образованной обычными сдвоенными шинами, только часть арочной шины размещается в колее. Края шины идут по кромке колеи. Если грунт кромки мягкий, то он деформируется до тех пор, пока нагрузка не рассредоточится по всей площади контакта шины. Если же грунт колеи твердый и под действием нагрузки он деформируется незначительно, арочная шина провисает на краях. В этом случае наблюдается значительная перегрузка отдельных зон шины (чаще всего бортовых зон). Даже кратковременная перегрузка шины способствует более быстрому ее разрушению. Особенно опасно движение на арочных шинах по грунтовым дорогам в период ранней весны или поздней осени, когда возможны кратковременные заморозки. Неровности замерзшей почвы при недостаточном внимании водителя могут явиться причиной повреждения шины и обода колеса. На рис. 32 показано механическое повреждение борта арочной шины 1140×700, полученное при движении автомобиля ЗИЛ-150 по грунтовой дороге ранней весной, после кратковременного заморозка.

Большая эластичность и низкое внутреннее давление обеспечивают арочным шинам высокие амортизационные качества. Арочные шины могут плавно «обтекать» препятствия в виде отдельных камней, твердых кочек, пней и т. д. высотой до

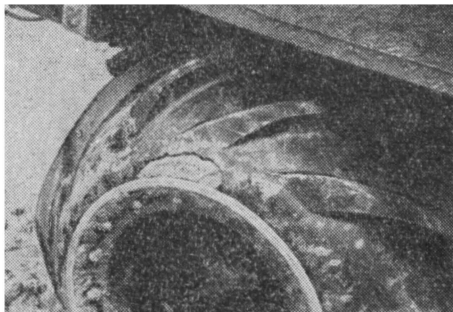


Рис. 32. Разрушение покровной резины в надбортовой части арочной шины 1140×700 при эксплуатации ее на автомобиле ЗИЛ-150 на дорогах с глубокой замерзшей колеи.

250 мм, при условии, что препятствие попадает в зону середины беговой дорожки шины. Это подтверждает, что амортизационные качества арочных шин значительно выше, чем у обычных шин. Однако в случае наезда бортовой части шины на высокое препятствие вызывается концентрированная нагрузка на колесо, что может явиться причиной повреждения шины и колеса.

По литературным данным известно, что собственная частота колебаний арочной шины вследствие большого объема воздуха, находящегося под низким давлением, и особенностей конструкции шины составляет 90—130 кол/мин., что эквивалентно колебаниям хорошей рессоры (собственная частота колебаний обычной шины равна 400—500 кол/мин). Поэтому характеристика рессорной подвески при арочных шинах имеет меньшее значение.

При движении автомобиля по дорогам с твердым покрытием на арочных шинах, имеющих рисунок протектора «косая елка», в виде отдельных грунтозацепов высотой 40—60 мм, расположенных с шагом 220—230 мм (шины 1140×700 модели Я-146, шины 1000×650 модели И-182), наблюдается вибрация колеса. При скоростях примерно 30 и 50 км/час собственные колебания колеса усиливаются за счет резонанса с колебаниями элементов ходовой системы автомобиля. Таким образом, возникают незатухающие колебания колеса и автомобиля в целом. Вибрация

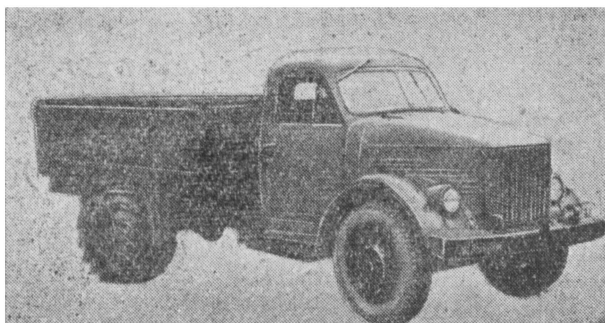


Рис. 33. Автомобиль ГАЗ-51 на арочных шинах 1000 × 650 с центральными продольными ребрами.

автомобиля в значительной степени утяжеляет условия работы водителя, а также может явиться причиной поломок отдельных деталей. Чтобы избежать отрицательных последствий вибрации автомобиля при движении по дорогам с твердым покрытием, водителю приходится ограничивать максимальную скорость движения автомобиля 40—45 км/час.

Следует, однако, иметь в виду, что вибрация колеса с арочной шиной может быть существенно уменьшена за счет измене-



ния рисунка протектора шины. Одним из видов измененного рисунка протектора может явиться рисунок с беговой дорожкой посередине. На рис. 33 показана смонтированная на автомобиле ГАЗ-51 опытная арочная шина  $1000 \times 650$  с двумя беговыми дорожками посередине, изготовленная в НИИ шинной промышленности. Результаты испытаний арочной шины с беговой дорожкой посередине, установленной на автомобиле ГАЗ-51, показали, что при движении автомобиля по асфальтовому шоссе со скоростью до  $60 \text{ км/час}$  вибрации автомобиля незначительны.

В 1958 г. НИИ шинной промышленности была разработана конструкция арочной шины  $1000 \times 600$  модели И-213 (рис. 34) для автомобиля ГАЗ-51 и Ярославским шинным заводом — конструкция шины  $1140 \times 700$  новой модели Я-170. В конструкции этих шин внесен ряд усовершенствований по сравнению с шинами первых моделей. В частности, по центру беговой дорожки протектора введен шашечный пояс, что позволило устранить вибрацию автомобиля и снять ограничение скорости при движении по дорогам с твердым покрытием. В надбортовой части, для защиты краины обода, введена резиновая подушка.

Техническое обслуживание арочных шин принципиально не отличается от обслуживания обычных шин с учетом некоторых особенностей, вызываемых тем, что эти шины — бескамерные.

### Работа шин

В периодической печати имеется информация, освещающая эксплуатационные качества арочных шин, но сообщений об исследованиях работы этих шин нет, что существенным образом затрудняет разработку их конструкции. В частности, при выборе параметров арочных шин конструктору приходится в основном опираться только на опыт, накопленный при конструировании автомобильных шин, шин для тракторов, сельскохозяйственных машин и других шин повышенной проходимости. Для более рационального выбора конструктивных параметров арочных шин необходимо всестороннее исследование работы их как в лабораторных, так и в дорожных условиях.

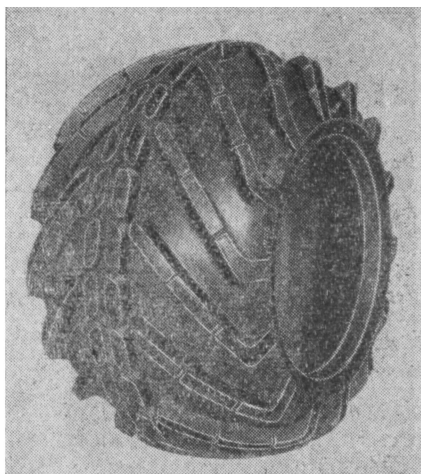


Рис. 34. Арочная шина  $1000 \times 600$  с центральным шашечным поясом.

Ниже приводятся некоторые результаты испытаний арочных шин, проведенных в НИИ шинной промышленности. Эти испытания представляют собой одну из первых попыток выявления особенностей работы арочных шин. Можно полагать, что приведенные данные помогут более полно представить специфику работы шины. Прогиб шины под действием радиальной нагрузки является одной из важных величин, характеризующих работу элементов, эластичность и амортизационные качества шины.

Для обычных автомобильных шин величина прогиба при максимальной рекомендуемой радиальной нагрузке и соответствующем ей внутреннем давлении находится, как уже указывалось, в пределах 10—14%, у шин для тракторов и сельскохозяйственных машин — в пределах 14—18%. Величина прогиба арочных шин в силу особенности их конструкции принимается значительно большей и достигает 27% при максимальной рекомендуемой радиальной нагрузке и соответствующем внутреннем давлении воздуха. На рис. 35 показаны результаты измерения прогиба шины 1000×650 модели И-182, шины 1140×700 модели Я-146 и шины 52×28 фирмы Штраусслер. Прогиб шины определялся при различных значениях внутреннего давления от 0,5 до 4  $\text{кг/см}^2$  в зависимости от величины радиальной нагрузки, изменяющейся в пределах от 500 до 3000  $\text{кг}$ . Обжатие шин производилось на плоской твердой опорной поверхности. Прогиб шин определялся как разница между средним радиусом шины в свободном состоянии (без радиальной нагрузки) и статическим радиусом.

Характеристика испытывавшихся шин приведена в табл. 6 (стр. 37) и табл. 8 (стр. 42).

Как видно из рис. 35, прогиб арочной шины увеличивается пропорционально увеличению нагрузки. При малых нагрузках (500—1000  $\text{кг}$ ) прогиб растет более интенсивно, чем при нагрузках 2500  $\text{кг}$  и выше. Это объясняется тем, что при больших нагрузках все большее сопротивление оказывают элементы бортовой части шины, обладающие повышенной жесткостью. Прогиб шины существенным образом зависит от величины внутреннего давления. Так, например, у шины 1000×650 повышение внутреннего давления с 0,5  $\text{кг/см}^2$  до 2  $\text{кг/см}^2$  приводит к уменьшению прогиба с 43  $\text{мм}$  до 23  $\text{мм}$  при нагрузке 500  $\text{кг}$  и со 140  $\text{мм}$  до 84  $\text{мм}$  при нагрузке 3000  $\text{кг}$ , т. е. увеличение давления в четыре раза приводит к уменьшению прогиба примерно вдвое при нагрузке 500  $\text{кг}$  и примерно на 80% при нагрузке 3000  $\text{кг}$ . Непропорциональное изменение прогиба в зависимости от изменения внутреннего давления при различных нагрузках объясняется также изменением жесткости шины в зависимости от величины прогиба. Для шины 52×28 фирмы Штраусслер увеличение внутреннего давления с 1  $\text{кг/см}^2$  до 4  $\text{кг/см}^2$  приводит к уменьшению прогиба с 34  $\text{мм}$  до 12  $\text{мм}$  при нагрузке 1000  $\text{кг}$  и со 109  $\text{мм}$  до 46  $\text{мм}$  при нагрузке 5000  $\text{кг}$ , т. е. повы-

шение давления в 4 раза вызывает уменьшение прогиба в 2,8 при нагрузке 1000 кг и в 2,1 раза при нагрузке 5000 кг.

Изменение прогиба с изменением нагрузки у арочных шин идет более плавно, чем у обычных автомобильных шин, за счет больших габаритов, меньшего внутреннего давления и меньшей жесткости арочных шин. Если у обычных шин 260—20 и 7,50—20 средняя жесткость равна 60—80 кг на 1 мм прогиба шины, то у арочных шин она равна примерно 40 кг/мм.

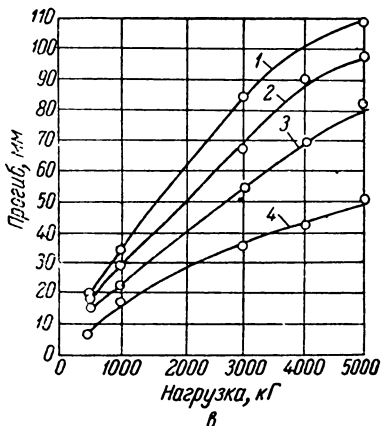
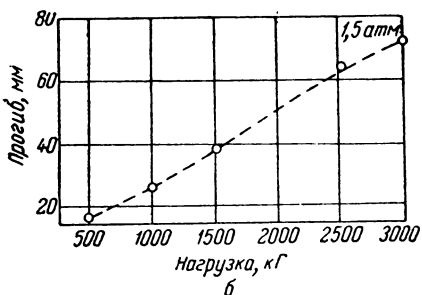
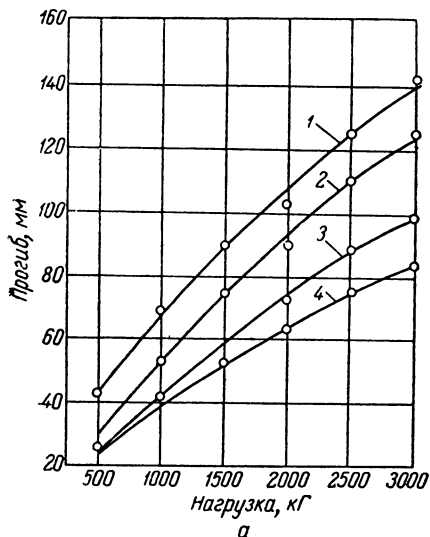


Рис. 35. Прогиб арочной шины в зависимости от нагрузки при различном внутреннем давлении воздуха:

- а — шина 1000 × 650 модели И-182, давление воздуха: 1 — 0,5 кг/см<sup>2</sup>; 2 — 1,0; 3 — 1,5; 4 — 2,0;  
 б — шина 1140 × 700 модели И-146, давление воздуха 1,5 кг/см<sup>2</sup>;  
 в — шина 52 × 28 (фирма Штраусслер), давление воздуха: 1 — 1,0 кг/см<sup>2</sup>; 2 — 1,4; 3 — 2,0; 4 — 4,0.

Из сравнения данных, приведенных на рис. 35 для шин 1000×650 и 1140×700, видно, что прогиб шины 1140×700 меньше, чем у шины 1000×650 при тех же нагрузках и внутреннем давлении. Это объясняется тем, что шина 1140×700 имеет восемь слоев, а шина 1000×650 — шесть слоев. Калибр подканавочного слоя у шины 1140×700 равен 11 мм, а у шины 1000×650 составляет 7 мм, высота и ширина грунтозацепов у шины 1140×700 составляет 60×35 мм, а у шины 1000×650 равна 40×25 мм.

Площадь контакта арочной шины с дорогой представляет собой круг. Ввиду сравнительно малой кривизны профиля шины площадь контакта с увеличением нагрузки быстро растет. При качении по мягкому грунту, в результате деформации его, площадь контакта также быстро растет. Площадь контакта арочной шины гораздо больше, чем площадь контакта обычной шины. Величины площади контакта арочных и обычных шин при эксплуатационных значениях внутренних давлений и нагрузок приведены в табл. 10.

Как видно из табл. 10, площадь контакта шины  $1000 \times 650$  при качении по твердому грунту при нагрузке  $2000 \text{ кг}$  и внутреннем давлении воздуха в шине  $1,4 \text{ кг/см}^2$  составляет  $1980 \text{ см}^2$ ,

Таблица 10

Площадь контакта и удельное давление по площади контакта арочных и обычных автомобильных шин

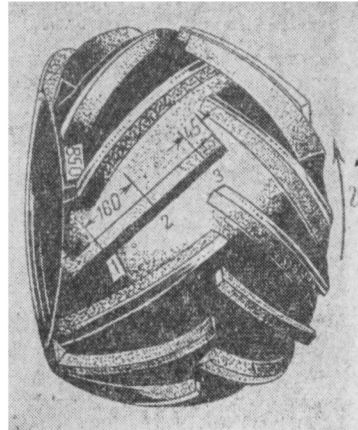
Размер шин	Модели	Нагрузка кг	Давление кг/см <sup>2</sup>	Площадь контакта см <sup>2</sup>	Удельное давление кг/см <sup>2</sup>
1000×650	И-182	2000	1,4	1980	1,01
7,50—20	М-9	2000	4,0	500	4,00
1140×700	Я-146	3000	1,4	2060	1,46
260—20	И-125	3100	4,5	806	3,84

среднее удельное давление равно  $1,01 \text{ кг/см}^2$ . Площадь контакта двух шин  $7,50—20$ , вместо которых устанавливается шина  $1000 \times 650$ , при внутреннем давлении воздуха в шине  $4,0 \text{ кг/см}^2$  и нагрузке на обе шины  $2000 \text{ кг}$  равна  $500 \text{ см}^2$ . Среднее удельное давление в площади контакта —  $4,0 \text{ кг/см}^2$ . Площадь контакта арочной шины  $1140 \times 700$  при нагрузке  $3000 \text{ кг}$  и внутреннем давлении  $1,4 \text{ кг/см}^2$  равна  $2060 \text{ см}^2$ , среднее удельное давление составляет  $1,46 \text{ кг/см}^2$ . Площадь контакта двух шин  $260—20$ , вместо которых устанавливается шина  $1140 \times 700$ , при внутреннем давлении воздуха в шине  $4,5 \text{ кг/см}^2$  и нагрузке на две шины  $3100 \text{ кг}$  равна  $806 \text{ см}^2$ .

Как видно из приведенных данных, площадь контакта арочной шины в 2,5—4,0 раза больше, чем суммарная площадь контакта двоярных автомобильных шин, вместо которых применены арочные шины. Благодаря резкому увеличению площади контакта при применении арочных шин снижается удельное давление в площади контакта и повышается проходимость автомобиля.

При качении по дороге с твердым покрытием шина соприкасается с дорогой только выступами рисунка и вся нагрузка воспринимается ими. Но площадь выступов рисунка у шин  $1000 \times 650$  модели И-182 и шин  $1140 \times 700$  модели Я-146 составляет только 17% от величины поверхности беговой дорожки. Отношение площади выступов рисунка к общей площади контакта в среднем составляет ту же величину. Среднее удельное

давление на грунтозацеп шины  $1000 \times 650$  при нагрузке  $2000 \text{ кг}$  и внутреннем давлении воздуха  $1,4 \text{ кг/см}^2$  составляет  $6 \text{ кг/см}^2$ , а у шины  $1140 \times 700$  при нагрузке  $3000 \text{ кг}$  и внутреннем давлении воздуха  $1,4 \text{ кг/см}^2$  оно составляет  $8,6 \text{ кг/см}^2$ . Измерение удельного давления в зоне контакта шины  $1000 \times 650$  дорогой при указанном режиме показало, что удельное давление по грунтозацепу, расположенному в средней части площади контакта, распределяется следующим образом: в центре беговой дорожки  $6-8 \text{ кг/см}^2$ , посередине длины грунтозацепа  $11-12 \text{ кг/см}^2$  и по краю площади контакта  $8-10 \text{ кг/см}^2$ . Таким образом, максимальное удельное давление наблюдается посередине длины грунтозацепа.



Износ рисунка протектора арочных шин  $1000 \times 650$  и

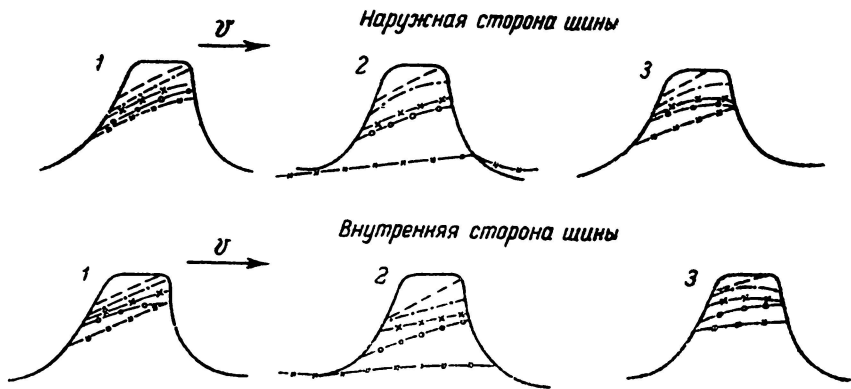


Рис. 36. Износ рисунка протектора арочной шины  $1000 \times 650$  модели И-182. 1 — на расстоянии  $350 \text{ мм}$  от середины беговой дорожки вдоль грунтозацепа; 2 — то же,  $200 \text{ мм}$ ; 3 — то же,  $45 \text{ мм}$ .

Принятые обозначения:

-----  $4200 \text{ км}$ ; - - - - -  $8700$ ; -x-x-  $17\ 700$ ; -o-o-  $21\ 100$  ->->-  $24\ 000 \text{ км}$

$1140 \times 700$  идет неравномерно. Максимальное истирание рисунка протектора шины наблюдается на расстоянии  $200 \text{ мм}$  влево и вправо от средней линии протектора. Как показали измерения, зона максимального износа рисунка протектора шины совпадает с зоной максимального удельного давления. По центру беговой

дорожки удельное давление несколько меньше, а эластичность шины, которая способствует уменьшению проскальзывания элементов рисунка относительно дороги, посередине беговой дорожки — больше. Это и обуславливает меньшее истирание рисунка протектора посередине беговой дорожки шины.

Наблюдение за истиранием рисунка протектора шины  $1000 \times 650$  и шины  $1140 \times 700$  показывает, что наиболее интенсивно истирается задняя кромка грунтозацепа и что внутренняя сторона шины истирается значительно быстрее наружной стороны.

На рис. 36 показаны результаты измерения истирания протектора шин  $1000 \times 650$  модели И-182, установленных на задних колесах автомобиля ГАЗ-51. Испытания проводились на заснеженном асфальтовом шоссе при средней скорости движения  $27 \text{ км/час}$  (максимальная скорость  $40 \text{ км/час}$ ), при постоянной нагрузке на автомобиль  $2000 \text{ кг}$  и внутреннем давлении воздуха в шине  $1,4 \text{ кг/см}^2$ .

Износ шины оценивался изменением конфигурации грунтозацепов в процессе эксплуатации. Замер износа производился у четырех грунтозацепов, равнорасположенных по окружности шины как с внутренней, так и с наружной стороны ее. При замере снимался контур трех поперечных сечений каждого грунтозацепа. Результаты замеров показаны на рис. 36 (на общем виде шины  $1000 \times 650$  указаны точки измерения износа шины, стрелкой показано направление качения шины).

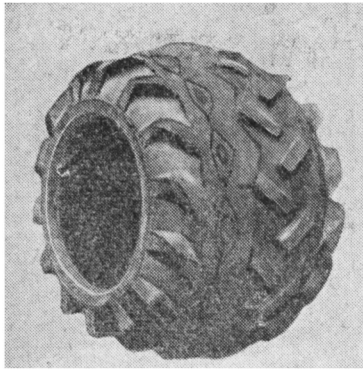


Рис. 37. Общий вид арочной шины  $1000 \times 650$  (модели И-182) левого заднего колеса после пробега 26 тыс. км по асфальту в зимних условиях.

Общий вид шины  $1000 \times 650$  левого колеса автомобиля после пробега  $26\,000 \text{ км}$  показан на рис. 37. Последние  $6000 \text{ км}$  автомобиля проходили весной в основном на мокром асфальтовом шоссе. Ввиду направленности рисунка протектора и трудности монтажных и демонтажных работ перестановка колес с арочными шинами во время испытаний не производилась.

Износ протектора с внутренней стороны шины в конце испытаний достиг последних слоев каркаса, в то время как с наружной стороны на шине видны следы начала истирания подканавочного слоя (толщина подканавочного слоя шины  $1000 \times 650$  равна  $7 \text{ мм}$ ). Особенно интенсивно истирание протектора происходит при движении автомобиля в летних условиях по дорогам с твердым покрытием. В летних условиях интенсив-

ность износа увеличивается примерно в десять раз по сравнению с зимними условиями. На грунтовых дорогах интенсивность истирания протектора значительно ниже, чем на асфальтовых дорогах, однако ввиду отсутствия точных данных количественную оценку износа рисунка протектора арочных шин на грунтовых дорогах в настоящее время произвести нельзя. Характер износа шины на грунтовых дорогах остается таким же, как на дорогах с твердым покрытием. Следовательно, неравномерный износ арочной шины не зависит от типа дорог, а полностью определяется особенностями конструкции шины, в частности широким профилем и большим прогибом. Интенсивному износу рисунка протектора арочных шин способствует в большой степени конструкция рисунка: высокие (40—60 мм) грунтозацепы, расположенные с большими интервалами. Шаг рисунка достигает 226 мм.

Деформация элементов шины, возникшая в результате прогиба в зоне соприкосновения шины с дорогой, не локализуется только площадью контакта, а распространяется на лежащие вблизи от площади контакта элементы шины. У стандартных легковых и грузовых шин деформации распространяются влево и вправо от середины площади контакта примерно в пределах центрального угла, равного  $60^\circ$ , т. е. на  $\frac{1}{3}$  окружности шины. Вне этой зоны деформация элементов шины постоянна и равна деформации под действием внутреннего давления воздуха. У арочных шин зона дополнительных деформаций распространяется примерно на  $110^\circ$  влево и вправо от центра площади контакта. Увеличение зоны деформации у арочных шин по сравнению с обычными шинами связано с большей эластичностью и большей площадью контакта этих шин. Напряжения и деформации элементов шины могут быть оценены величинами линейных деформаций по крайней мере в трех направлениях: по нити корда, по меридиану и окружности шины. Кривые деформации первого слоя корда арочной шины 1000×650 модели И-182 при качении (в различных точках по профилю, в участках, расположенных под грунтозацепами) для этих направлений показаны на рис. 38. Деформации в шине замерялись резино-проволочными датчиками. Сопоставление кривых деформаций арочной и стандартных грузовых и легковых шин показывает, что характер изменения деформаций в различных точках шины при качении для всех сравниваемых типов шин — одинаков. Кривые изменения меридиональных и окружных деформаций по первому слою каркаса шины имеют характерную форму с тремя экстремумами. Точки экстремума у арочных шин испытываемых вариантов соответствуют сечениям, составляющим центральные углы 10—15 и 30—35°. У стандартных шин точки среднего экстремума располагаются в вертикальной плоскости симметрии. У арочной шины точки среднего экстремума смещены на угол  $\approx 15^\circ$ . Такое сме-

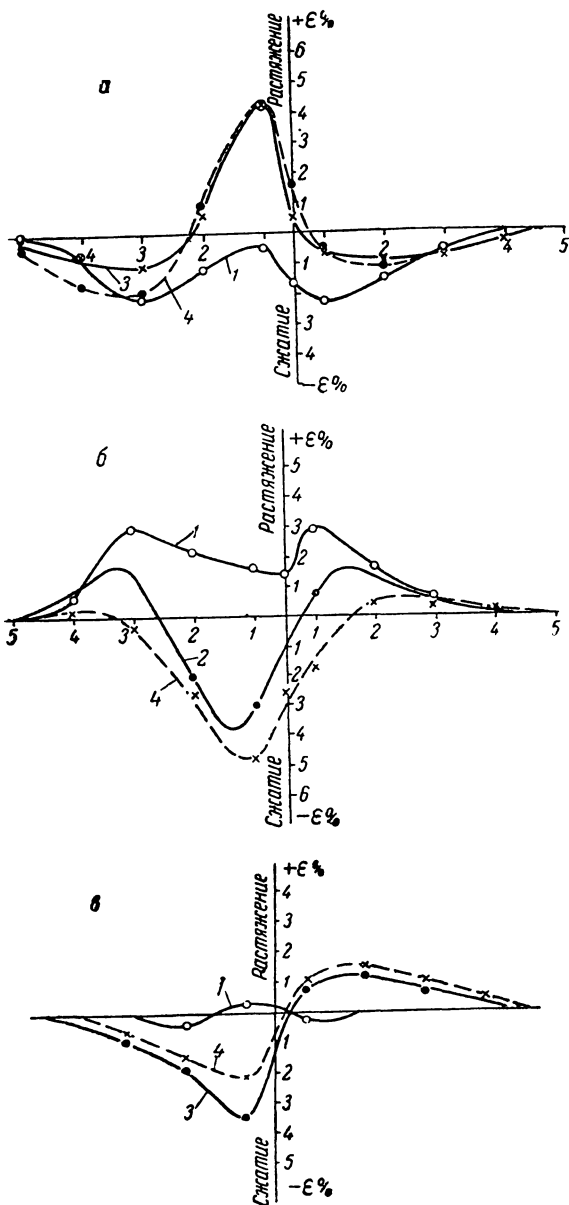


Рис. 38. Деформация элементов арочной шины  $1000 \times 650$  модели И-182 при качении (под грунтозацепами при  $P = 1,4 \text{ кг/см}^2$  и  $Q = 1650 \text{ кг}$ ):

а — в окружном направлении; б — в меридиональном направлении; в — по нити.  
 1 — по короне; 2 — 110 мм ст короны; 3 — 220 мм ст короны; 4 — 280 мм от короны.  
 По оси абсцисс — угол поворота шины (центральный угол, отсчитываемый от вертикальной оси). Точки: 1— $10^\circ$ ; 2— $20^\circ$ ; 3— $30^\circ$ ; 4— $40^\circ$ ; 5— $50^\circ$ .



щение объясняется влиянием рисунка протектора шины. При нормальных условиях ( $P_v=1,4 \text{ кг/см}^2$  и  $Q=1850 \text{ кг}$ ) в плоскости контакта арочной шины с дорогой одновременно находятся 3—4 грунтозацепа. По мере перекаtywания шин величина площади соприкосновения грунтозацепов с дорогой в начале площади контакта, т. е. от входа до середины контакта, и в конце площади контакта не одинакова. Таким образом, нагрузка по площади контакта распределяется не симметрично. Последнее обуславливает несимметричную деформацию каркаса, что и отображается в несимметричности кривых деформаций.

Деформации во всех точках в окружном и меридиональном направлениях имеют разные знаки. Растяжению в окружном направлении соответствует сжатие в меридиональном, и, наоборот, сжатию в окружном — соответствует растяжение в меридиональном направлении. Значения деформаций в окружном и меридиональном направлениях (средний экстремум кривых деформации) приведены в табл. 11.

Таблица 11

Деформация нитей корда шины 1000×650

Точка измерения деформаций	Деформация элементов шины, %		Деформация по нити %
	в окружном направлении	в меридиональном направлении	
Корона . . . . .	-0,5	+1,5	0,7
110 мм от короны	+1,7	-3,0	3,5
220 » » . .	+4,2	-6,0	4,7
280 » » . .	+4,2	-4,6	3,2

Максимальная деформация достигает 4—6%. По деформации в окружном и меридиональном направлениях можно приблизительно рассчитать величину деформации резины в слое. Так как база датчика захватывает несколько нитей, измеряемая датчиком окружная и меридиональная деформации представляются собой среднюю деформацию слоя.

Если предположить, что нить по сравнению с резиной практически не деформируется, то вся измеренная деформация возникает за счет изменения ширины участков резины между нитями. Относя измеренную деформацию к размеру этих участков, найдем деформацию резины ( $\epsilon$ ) по формуле:

$$\epsilon = \epsilon_{\text{изм.}} \frac{t}{t-d}$$

где  $\epsilon_{\text{изм.}}$  — измеренная относительная деформация;

$t$  — шаг нитей (расстояние между осями соседних нитей);

$d$  — калибр нити.

Капроновый корд 14к, из которого изготовлена шина 1000×650, имеет калибр 0,55 мм. Шаг корда по короне шины равен 0,78 мм. Таким образом, множитель  $\frac{t}{t-d}$  по короне шины будет равен  $\frac{0,78}{0,78-0,55} = 3,4$ .

Деформация резины в окружном  $[\epsilon_t^{\text{рез.}}]$  и в меридиональном  $\epsilon_m^{\text{рез.}}$  направлениях будет равна:

$$\epsilon_t^{\text{рез.}} = -1,7\% \text{ и } \epsilon_m^{\text{рез.}} = +5,1\%$$

По короне указанные деформации являются главными. Следовательно, по их величине может быть рассчитана деформация сдвига, отнесенная к осям, идущим под углом 45° к главным осям. Деформация сдвига равна:

$$\gamma_{\text{рез.}} = \epsilon_m^{\text{рез.}} - \epsilon_t^{\text{рез.}} = -6,8\%$$

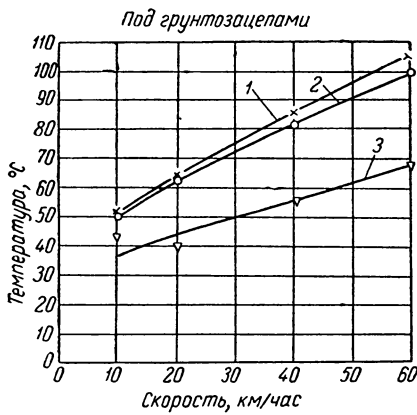
Характер кривой деформации нитей корда арочной шины также аналогичен обычной шине. Нити корда при качении работают на растяжение. Максимальная деформация сжатия достигает 5%. Сжатие примерно такой же величины наблюдается у легковых шин, изготовленных из капронового корда. У грузовых шин максимальная величина сжатия лежит в пределах 3,5—4,5%. Следовательно, по величине максимальной деформации арочная шина 1000×650 модели И-182 стоит на уровне легковых шин и работает в более тяжелых условиях по сравнению со стандартными грузовыми шинами.

Усталостная долговечность нитей корда наряду с величиной первоначального напряжения определяется размахом колебаний деформации. Максимальный размах колебаний (4,7%) наблюдается в точке на расстоянии 220 мм от короны.

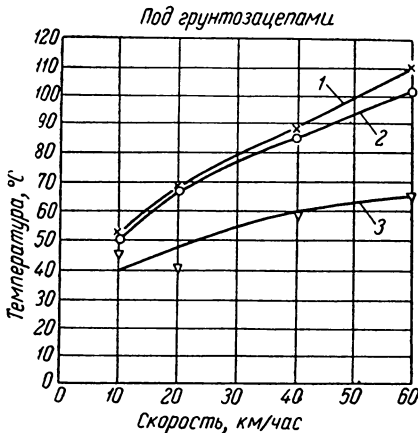
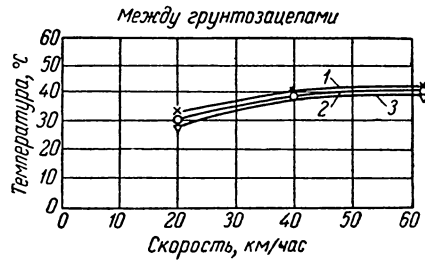
Тепло, выделяющееся при качении, разогревает элементы шины до наступления теплового равновесия, определяемого соотношением между выделяющимся теплом и теплоотдачей. Изменение теплового состояния шины при качении является одной из важнейших характеристик, указывающих на изменение работы элементов шины. Наиболее важно оценить тепловое состояние элементов шин в дорожных условиях, соответствующих условиям эксплуатации шины. Такое измерение теплового состояния элементов шины было произведено на шине 1000×650 в условиях наиболее тяжелого режима качения шины, встречающегося в эксплуатации (длительное движение автомобиля по дороге с твердым покрытием при максимальной нагрузке). На твердом дорожном покрытии наблюдается наибольший прогиб шины и концентрация нагрузки в зонах грунтозацепов, что утяжеляет условия работы элементов шины.

На рис. 39 показаны данные измерений температуры в каресе и брекере шины под грунтозацепами и между грунтозаце-

пами в зависимости от скорости качения. Температура шины измерялась в сухое летнее время при температуре воздуха 20—25°.



*а*



*б*

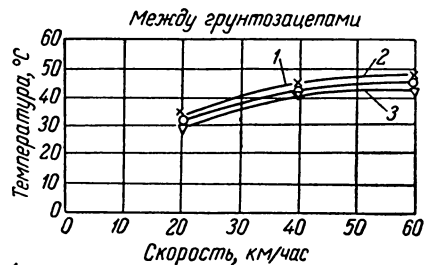


Рис. 39. Температура арочной шины 1000 × 650 модели И-182 в зависимости от скорости качения по твердой поверхности:

*а*) в брекере; *б*) в каркасе;

1—100 мм от середины беговой дорожки (вдоль грунтозацепа); 2—то же, 200 мм; 3—то же, 350 мм.

Между грунтозацепами ввиду хорошего теплоотвода температура в брекере и каркасе во всех точках низкая и лежит в пределах 30—48°. С увеличением скорости качения с 20 до 60 км/час температура возрастает всего только на 10—12°, достигая в каркасе максимального значения 42—48°.

Под грунтозацепами температура в зоне брекера и каркаса одинакова и примерно в 2—2,5 раза выше, чем между грунтозацепами. В средней зоне беговой дорожки (точки на расстоянии 100—200 мм от середины) при увеличении скорости качения с 10 до 60 км/час температура шины возрастает примерно в два раза, т. е. с 50° до 100—110°. Повышение температуры в брекере и каркасе происходит прямо пропорционально увеличению скорости качения, и температура растет тем быстрее, чем ближе элементы шины расположены к середине беговой дорожки.

Температура в точках, расположенных по краю беговой дорожки (на расстоянии 350 мм от середины), лежит в пределах 40—65°, т. е. на 30—40% ниже, чем посередине беговой дорожки. Таким образом, исследование теплового состояния шины указывает, что наиболее напряженно работают элементы в зоне середины беговой дорожки, где и наблюдается наибольшее истирание выступов рисунка протектора.

## ШИНЫ ДРУГИХ ТИПОВ, ПОВЫШАЮЩИЕ ПРОХОДИМОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ

### Пневмокатки

В 1955 г. в литературе появилось упоминание о новых типах шин, названных «Роллигон». Шина типа «Роллигон» была предложена Ульяном Альби (Калифорния) и изготовлена фирмой «Гудьир». Она представляет собой дынеобразный пневматический каток с внутренним давлением воздуха в нем 0,105—0,35 кг/см<sup>2</sup>. Шина содержит четыре слоя нейлонового корда. Пневматические катки отличаются:

1. Весьма низким удельным давлением на грунт.
2. Повышенной эластичностью беговой части и боковины.
3. Значительным прогибом при рабочих нагрузках.
4. Низкими поверхностными напряжениями.

Шина «Роллигон» позволяет получить удельное давление на грунт 0,21—0,7 кг/см<sup>2</sup>. Такое низкое удельное давление на грунт обеспечивает значительно более высокую проходимость автомобилей на шинах «Роллигон», чем на обычных шинах.

Ввиду большой эластичности шина «Роллигон» при качении облегает неровности дороги, она очень стойка к проколам и пробоям. Опыт эксплуатации таких шин за рубежом показал, что пробойны каркаса шины практически отсутствуют. Проколы происходят лишь тогда, когда шина наталкивается на крайне острый вертикальный предмет, причем утечка воздуха в результате прокола происходит очень медленно в связи с малой величиной внутреннего давления в шине. Считают, что шина «Роллигон» удовлетворяет условиям движения по снегу, песку, грязи, болоту, камням и даже по битому стеклу. С повышенной эла-

стичностью шины связаны значительные деформации ее при рабочем давлении и нагрузках. В зависимости от нагрузки и характера местности прогиб шины может достигать 35% от величины диаметра шины.

По литературным данным, шины «Роллигон» сконструированы для работы на скоростях около 22,5 км/час, но была достигнута скорость 104 км/час. Вначале машины на шинах «Роллигон» изготовлялись с приводом от обрешиненных валков, расположенных над шинами (рис. 40). Эти же валки передавали нагрузку на колеса. Валки приводились в движение с помощью цепной или шестеренчатой передач.

К 1956 г. были проведены работы по использованию осевого привода. Применение осевого привода дает следующие преимущества:

1. Более эффективное использование мощности.
2. Уменьшение сопротивления качению.
3. Значительное увеличение рабочих скоростей.
4. Сокращение веса машины.

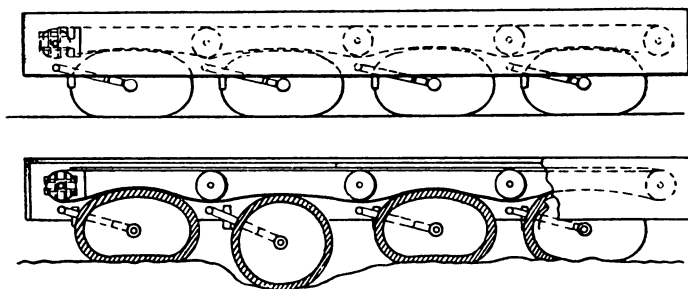


Рис. 40. Схема привода шин «Роллигон» с помощью роликов.

Возможно применение центральной подкачки шин, что и было применено на машине Теракрузер. Некоторые данные по шинам «Роллигон» приведены в табл. 12.

Работы по созданию пневмокатков начаты в Советском Союзе в НИИ шинной промышленности совместно с МВТУ им. Баумана в 1957 г. Разработан проект первого пневмокатка размером 24×36×6 (табл. 13). Пневмокатки конструктивно отличаются как от обычных, так и от арочных шин (табл. 14).

При небольшом наружном диаметре у этих шин сильно развита ширина профиля. У обычных шин отношение ширины профиля к наружному диаметру  $B/D$  находится в пределах 0,3—0,2, у арочных шин это отношение равно 0,55—0,65, у пневмокатков оно лежит в пределах 1,0—2,0. Характерной особенностью пневмокатков является также весьма малый их посадочный диаметр. Отношение наружного диаметра к посадочному  $D/d$  у

них равно примерно 4 : 1, в то время как у арочных шин и у обычных автомобильных шин оно составляет примерно 2 : 1.

Малый посадочный диаметр, тонкий каркас (пневмокатки изготавливаются двух- и четырехслойные) в сочетании с большой шириной профиля и малым внутренним давлением воздуха делают пневмокатки очень эластичными и позволяют им «обтекать» неровности дороги (рис. 41).

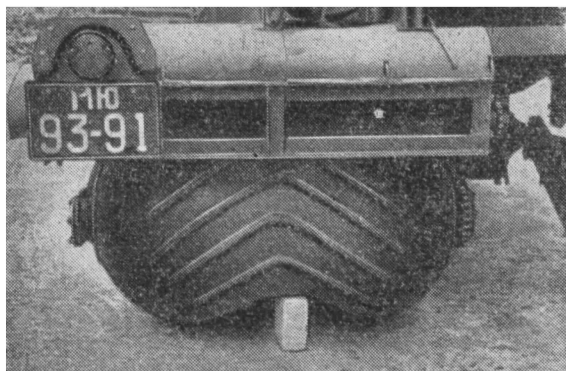


Рис. 41. Пневмокаток «обтекает» неровности дорог.

Таблица 12

Шины «Роллигон», разработанные фирмой «Гудьвр»

Машина	Вес машины кг	Размер шин дюймы	Нагрузка на шину кг	Рабочее давление воздуха в шине кг/см <sup>2</sup>
Машина для испытаний на трех колесах, с одним ведущим колесом	453	24 × 48	Максимальная 702	0,07—0,28
Модифицированная машина для испытаний на двух колесах, с одним ведущим колесом . . .	763	24 × 48	Максимальная 1812 (передн.) 385 (задн.)	0,07—0,56
Модифицированный Джип	1903	24 × 48	Максимальная 680	0,07—0,035
Модифицированный мощный вагон-автомобиль	4213	42 × 60	Максимальная 1812 (передн.)	0,14—0,42
Додж . . . . .	19026	42 × 60	Номинальная 1793 (передн.) 2732 (задн.)	0,21—0,42
Теракрузер . . . . .	3343	42 × 60	Максимальная 1268 (передн.) 1087 (задн.)	0,28—0,35
Вторая модификация мощного вагона-автомобиля				
Додж . . . . .				

Поэтому пневмокаты могут применяться при движении по каменистому грунту. Очень низкое удельное давление на грунт ( $\approx 0,3 \text{ кг/см}^2$ ) обеспечивает пневмокаткам высокую проходимость по весьма слабым и сыпучим грунтам, заболоченной местности, песку, снегу и др.

Дальнейшим шагом по пути создания шин, повышающих проходимость автомобилей и самоходных машин, явилось создание «квадратного» пневмокатка  $1000 \times 1000 \times 250$  модели И-246 (см табл. 13).

Таблица 13  
Пневмокаты, разработанные НИИ шинной промышленности

Размер шины	Модель	Число слоев в покрышке	Максимальная рекомендуемая нагрузка и соответствующее им давление	
			нагрузка в кг	нормальное внутреннее давление кг/см <sup>2</sup>
24×36×6	И-220	4	500	0,3
1000×1000×250	И-246	4	2000	0,5

Таблица 14  
Конструктивные параметры пневмокатка, арочных и обычных шин

Параметры	Обозначение	Размер шин и модель				
		пневмокатки 24×36×6 И-220	арочные шины		обычные шины	
			1000×650 И-182	1140×700 И-146	260-20 И-125	750-20 Я-44
Наружный диаметр мм . . . . .	$D_n$	609	1000	1140	1044	937
Посадочный диаметр мм . . . . .	$D_{II}$	152,4	508	629	509,5	509
Ширина профиля, мм	$B$	913	650	700	246	192
Радиус беговой части мм . . . . .	$R$	1820	500	557	210	157,5
Высота профиля, мм	$H$	228,6	246	255,5	267,25	212,25
Отношение высоты профиля к ширине . . . . .	$H/B$	0,25	0,38	0,37	1,085	1,108
Отношение ширины профиля к наружному диаметру . . . . .	$B/D_n$	1,5	0,65	0,61	4,3	4,8
Отношение посадочного диаметра к наружному диаметру . . . . .	$D_{II}/D_n$	0,25	0,50	0,55	0,49	0,54

Проект такого пневмокатка разработан НИИ шинной промышленности совместно с МВТУ им. Баумана в 1958 г. Этот пневмокаток отличается от предыдущего (24×36×6) тем, что у него ширина профиля равна наружному диаметру. Увеличение наружного диаметра позволит еще больше увеличить проходимость автомобиля на пневмокатках.

### **Особенности изготовления пневмокатков**

Технология изготовления пневмокатков ввиду особенности их конструкции (малый посадочный диаметр и большая ширина профиля) отличается от технологии изготовления как обычных, так и арочных шин.

Малый посадочный диаметр пневмокатка не дает возможности собирать его на существующем сборочном оборудовании. Сборка пневмокатков производится на специальном сборочном барабане, состоящем из 12 секторов. Пневмокатки изготавливаются бескамерными. Герметизирующий слой собирается из центральной цилиндрической части и двух боковин, которые закраиваются в виде колец, чтобы избежать складок по бортовой части, вызываемых большой разницей наружного и посадочного диаметров. С той же целью края слоев разделяются на отдельные участки («лепестки») по направлению нитей корда.

Покрышка снимается со станка вместе с барабаном, затем барабан отдельными секторами вынимается из покрышки.

Вследствие малого посадочного диаметра пневмокатка варочная камера существующей конструкции не может быть для него использована. Поэтому для пневмокатков была разработана специальная тонкостенная варочная камера в виде мешка. Выемка и закладка варочной камеры производится вручную. Вулканизация пневмокатка производится в автоклаве, так как из-за большой ширины профиля пневмокатка индивидуальные вулканизаторы для него не могут быть использованы.

В настоящее время разрабатывается конструкция форматора-вулканизатора для вулканизации пневмокатка. При применении форматора-вулканизатора будет ликвидирована операция закладки варочной камеры и вулканизация пневмокатка будет менее трудоемкой.

В связи с тем что пневмокатки бескамерные, для них применяется герметичный обод специальной конструкции. Борт пневмокатка зажимается между двумя фланцами. Внутренний фланец неподвижно скреплен с осью, наружный фланец прибалчивается к внутреннему.

### **Широкопрофильные шины**

В результате дальнейшего развития конструкции шин с регулируемым внутренним давлением были созданы шины с резко



увеличенной ширины профиля, получившие название «широкопрофильные».

Разработка широкопрофильных шин позволила решить задачи повышения грузоподъемности шины и проходимости автомобиля без увеличения наружного диаметра шины. Высота профиля у этих шин составляет примерно 0,5—0,7 ширины профиля. Широкопрофильные шины\* работают с регулированием внутреннего давления воздуха или при постоянном внутреннем давлении.

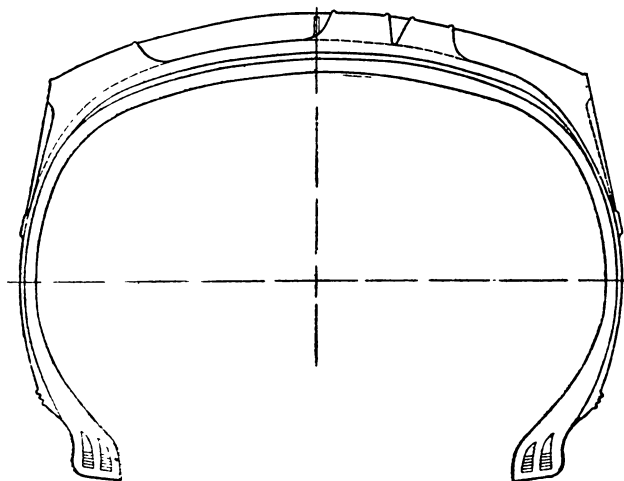


Рис. 42. Широкопрофильная шина с регулируемым внутренним давлением (сечение).

При увеличении ширины профиля грузоподъемность таких шин значительно возрастает.

Широкопрофильные шины с регулируемым давлением (рис. 42) резко повышают проходимость автомобиля за счет значительного увеличения ширины профиля по сравнению с обычными шинами с регулируемым давлением. Широкопрофильная шина выгодно отличается и от арочной благодаря наличию достаточно высокой бортовой части, улучшающей работу шины.

Широкопрофильная шина 1200×500—508 с двухконтактной беговой дорожкой (рис. 43) предназначена для работы в смешанных дорожных условиях. Она заменяет две спаренные шины ведущих колес автомобиля ЗИЛ-164. Автомобиль на таких шинах будет иметь большую проходимость за счет значительного увеличения ширины профиля и уменьшения внутреннего давления.

\* Конструкция разработана НИИШП.

Так, у широкопрофильной шины  $1200 \times 500 - 508$  ширина беговой дорожки увеличена по сравнению с обычной шиной  $260 - 20$  примерно в два раза.

Учитывая, что внутреннее давление у широкопрофильной шины в 1,5 раза меньше, чем у обычной шины  $260 - 20$ , и соответственно уменьшено удельное давление на грунт, можно считать, что проходимость автомобиля на широкопрофильной шине в тяжелых дорожных условиях значительно улучшится.

Конструкция протектора широкопрофильной шины с двухконтактной беговой дорожкой существенно отличается от конструкции протектора обычных шин. Протектор такой шины имеет две выпуклые поверхности, разделенные по центру широкой канавкой. Такая конструкция должна улучшить проходимость автомобиля за счет сжатия грунта по средней зоне протек-

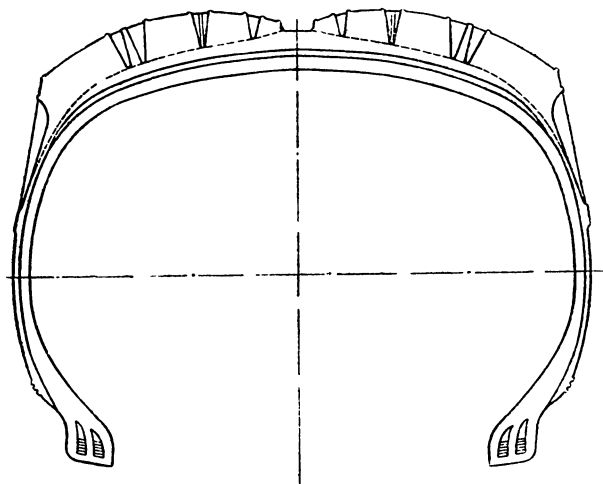


Рис. 43. Широкопрофильная шина с двухконтактной беговой дорожкой (сечение).

тора, а также повысить устойчивость автомобиля в связи с наличием двух зон касания с поверхностью дороги. Кроме того, более равномерное распределение удельных давлений по площади контакта шины с дорогой создает благоприятные условия для работы протектора.

В табл. 15 приведены некоторые основные конструктивные параметры одной из моделей широкопрофильной шины в сравнении с обычной и арочной шинами.

Таблица 15

## Основные конструктивные параметры разработанных широкопрофильных шин

Размер шины	Модель	Рисунок протектора	Число слоев	Обод	Максимальная нагрузка на к/лесо и соответствующее давление		Минимальное внутр. давление $кг/см^2$	Наружный диаметр $мм$	Ширина профиля $мм$	$H/B$	$b/B$	$c/B$	Насыщенность рисунка протектора (отношение площади выступов к площади контакта) %
					нагрузка $кг$	внутр. давление $кг/см^2$							
260—20 (обычная шина) . . . . .	И-125	Комбинированный	8	6,00Т	1550	4,5	—	1040	260	1,02	0,81	0,585	53
1000 × 650 (арочная шина) . . . . .	И-182	Повышенной проходимости	6	650 мм	2000	1,4	—	1035	650	0,38	0,95	1,0	17
1200 × 500 — 508 (широкопрофильная шина) . . . . .	И-247А	Комбинированный	8	400—508 мм	3000	3,0	0,7	1177	460	0,7	0,895	0,87	50

Примечание.  $H$  — высота профиля;  $B$  — ширина профиля;  $b$  — ширина профиля части протектора;  $c$  — ширина обода.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ШИН, ПОВЫШАЮЩИХ ПРОХОДИМОСТЬ АВТОМОБИЛЕЙ И САМОХОДНЫХ МАШИН

До появления шин с регулируемым давлением и арочных шин некоторое повышение проходимости в основном достигалось изменением конструкции автомобиля. После разработки специальных типов шин положение изменилось. Теперь проблема существенного повышения проходимости автомобилей и других самоходных машин по мягким и переувлажненным грунтам решается применением шин новых типов.

В табл. 16 показаны основные преимущества и недостатки этих шин по сравнению с обычными шинами.

Таблица 1  
Эксплуатационные качества шин с регулируемым давлением и арочных шин в сравнении с обычными шинами

Шины	Преимущества по сравнению с обычными шинами	Недостатки
С регулируемым внутренним давлением	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Резкое повышение проходимости автомобиля по мягким грунтам</li> <li>2. Возможность работы автомобиля в разнообразных дорожных условиях без заметного снижения его эксплуатационных показателей</li> <li>3. Повышение плавности движения автомобиля</li> <li>4. Снижение расхода топлива на плохих дорогах</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усложнение конструкции автомобиля за счет дополнительной системы регулирования внутреннего давления воздуха</li> <li>2. Некоторое увеличение стоимости изготовления</li> </ol>
Арочные	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Резкое повышение проходимости автомобиля по мягким грунтам, в условиях переувлажненных и топких почв</li> <li>2. Снижение расхода топлива на плохих дорогах</li> <li>3. Повышение плавности движения автомобиля на мягких грунтах</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Значительное ухудшение эксплуатационных качеств автомобиля при движении по дорогам с твердым покрытием</li> <li>2. Нерациональность применения при работе автомобиля в разнообразных дорожных условиях (при необходимости длительного движения по дорогам с твердым покрытием)</li> </ol>

В таблице не приведены данные по пневмокоткам ввиду еще недостаточной изученности этого типа шин. Можно, однако, предположить, что основными преимуществами пневмокотков являются резкое повышение проходимости самоходных машин в

условиях полного бездорожья, а также повышение плавности хода. К основным недостаткам относится необходимость применения специальных колес и привода, а также явная нерентабельность использования их при движении по дорогам с твердыми покрытиями.

Перспективы распространения специальных шин весьма широки.

До настоящего времени развитие новых конструкций шин, работающих в более жестких режимах, было ограничено недостаточностью высокими характеристиками кордов и синтетических каучуков. Предполагается создание и быстрое расширение производства новых синтетических материалов, обладающих значительно лучшими качествами. К числу перспективных типов таких материалов относятся капрон, анид, энант, лавсан и др. Намечено освоение и выпуск новых улучшенных синтетических каучуков: изопреновых, дивиниловых, дивинил-стирольных, не требующих термoplastикации, уретановых и др.

Таким образом, создаются все возможности для разработки конструкций специальных шин с еще более высокими эксплуатационными качествами.

Шины, повышающие проходимость автомобилей и других самоходных машин, необходимы в сельском хозяйстве при транспортных перевозках в условиях полного или частичного отсутствия дорог с твердым покрытием, в специальных самоходных установках, работающих в плохих дорожных условиях.

Шины с регулируемым внутренним давлением воздуха должны найти широкое применение в автомобилях, работающих как на дорогах с твердыми покрытиями, так и на мягких грунтах различного вида и состояния, т. е. область применения этих шин охватывает фактически все многообразие перевозок, производящихся в смешанных дорожных условиях.

Наиболее рационально применять шины с регулируемым давлением при преобладании дорог с твердым покрытием.

Арочные шины найдут применение в автомобилях и самоходных машинах, работающих на мягких, заболоченных и других труднопроходимых грунтах. Однако применение этих шин нецелесообразно в условиях движения по твердым дорогам ввиду довольно значительного снижения при этом эксплуатационных качеств автомобиля: уменьшения скорости движения, перерасхода топлива, повышенного износа деталей.

Необходимо иметь в виду, что арочные шины могут устанавливаться на обычные автомобили без дополнительного переоборудования их. В связи с этим целесообразно использовать арочные шины в периоды наступления тяжелых дорожных условий; в другое время автомобиль должен работать на обычных шинах. В случаях постоянной работы автотранспорта на мягких грунтах можно использовать арочные шины без замены их обычными.

Таким образом, следует считать, что применение арочных шин целесообразно только в дорожных условиях, характеризующихся значительным преобладанием мягких и переувлажненных грунтов.

Пневмокотки применяются только на специальных машинах, предназначенных для движения по заснеженным, заболоченным и другим труднопроходимым грунтам.

---

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ  
КОЛЕС С ГЕРМЕТИЧНЫМИ ОБОДАМИ 9,0—18 ДЛЯ ОПЫТНЫХ БЕСКАМЕРНЫХ  
ШИН 12,00—18 С РЕГУЛИРУЕМЫМ ДАВЛЕНИЕМ**

1. Профиль обода должен соответствовать чертежу (см. рис. 44 а, б, в, г, д, е, ж).
2. Колесо должно быть рассчитано на работу при максимальной нагрузке 2800 кг и внутреннем давлении 6,0 кг/см<sup>2</sup>.
3. Обод по всей поверхности (кроме отверстия для вентиля) должен быть воздухонепроницаемым на все время его эксплуатации.
4. Конструкция обода должна обеспечивать надежную работу (долговечность) шин. Должна быть обеспечена надежная герметичность посадки шины на ободе при работе ее во всех условиях эксплуатации и при переменном внутреннем давлении в шине в пределах от 6,0 до 0,5 кг/см<sup>2</sup>.
5. Радиальное биение обода по поверхности полок и боковое по внутренней поверхности закраин не должно превышать 0,2 мм на длине не менее 100 мм, общая величина биения не должна превышать 1,5 мм.
6. Поверхность обода, обращенная к шине, должна быть гладкой, покрытой ровным слоем прочной эмали. Эмаль не должна разрушаться при долговременном воздействии воды и изменении температуры в диапазоне от — 50° до + 120°. Эмаль должна выдерживать удельное давление бортов шины при посадке их на полки и закраины обода (до 50 кг/см<sup>2</sup>).
7. Колесо укомплектовывается вентилем, имеющим герметичное крепление на ободе. Расположение и способ крепления вентиля должны обеспечивать легкий доступ к нему для накачки шины или проверки внутреннего давления. Проверка и подтягивание крепления вентиля должно осуществляться с наружной стороны обода (без демонтажа шины).
8. Края отверстия для вентиля не должны быть острыми и не должны иметь заусенцев. Место крепления вентиля должно иметь плоскую площадку как с внутренней, так и с наружной стороны обода на диаметре 30 мм.
9. Должна быть обеспечена легкая первоначальная герметизация шины на ободе при накачке от компрессора (давление от 4,0 кг/см<sup>2</sup>). Одновременно необходимо предусмотреть легкость монтажно-демонтажных работ, желательно без применения специальных приспособлений. Суммарное время монтажа и демонтажа шины должно быть не более 20 мин.

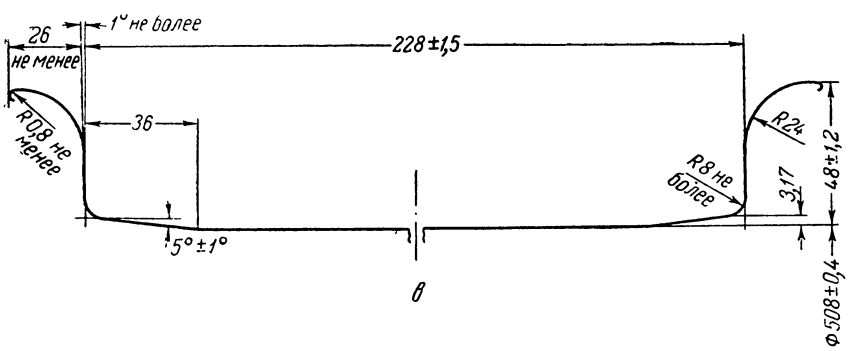
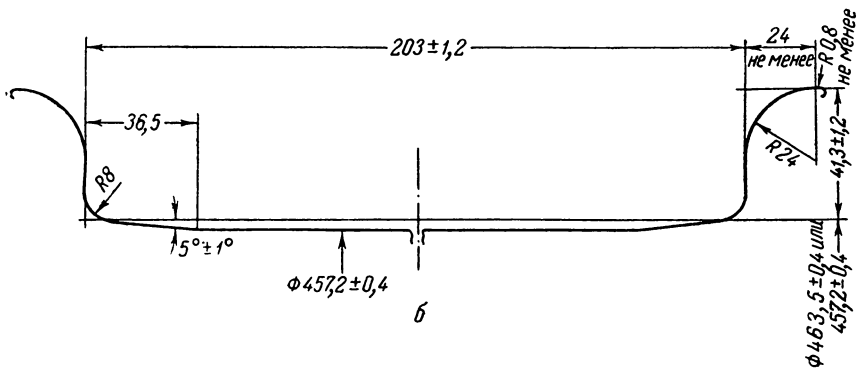
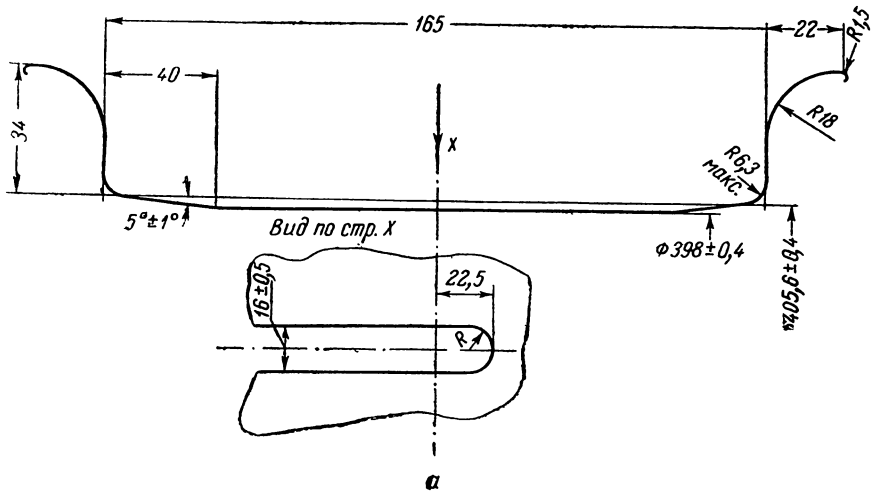
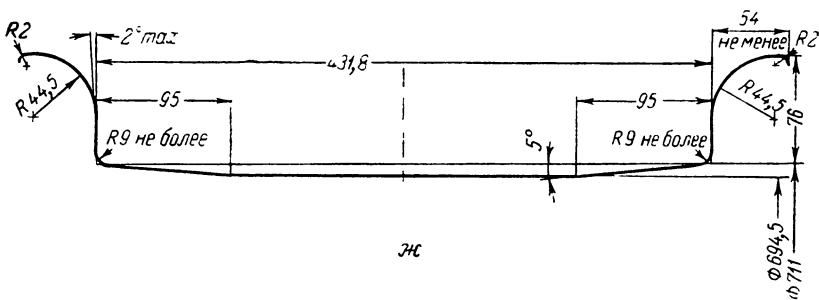
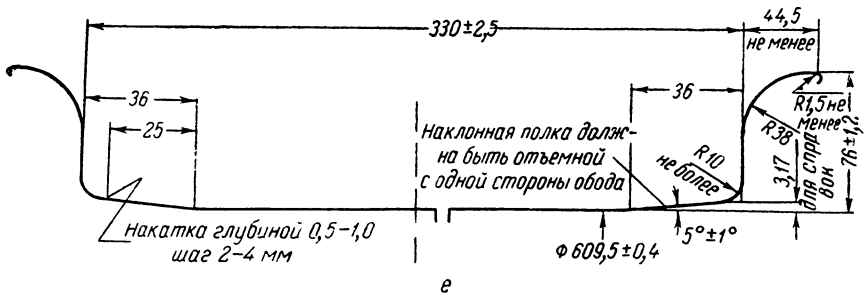
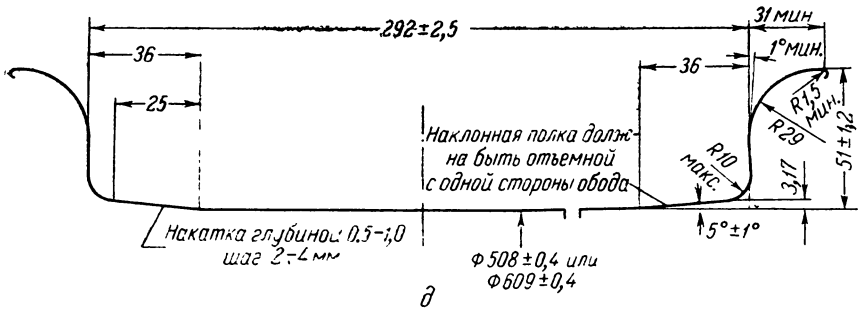
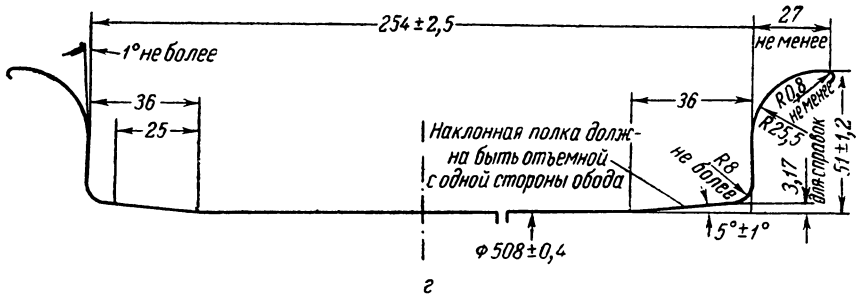


Рис. 44. Профили ободов для шин  
 а—обод 6,50 CS; б—обод 8,00 CV; в—обод





с регулируемым давлением:

9,0; г — обод 10,0; д — обод 11,5; е — обод 13; ж — обод 17.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	3
Развитие конструкций шин, повышающих проходимость автомобилей . . .	4
Шины с регулируемым давлением . . . . .	11
Конструкция шин . . . . .	11
Система регулирования давления . . . . .	12
Особенности изготовления шин . . . . .	16
Конструкция колеса и обода . . . . .	18
Особенности эксплуатации шин . . . . .	20
Некоторые особенности бескамерных шин . . . . .	23
Работа шин . . . . .	26
Долговечность шин . . . . .	35
Некоторые особенности расчета шин с регулируемым давлением . .	35
Арочные шины . . . . .	36
Конструкция шин . . . . .	39
Особенности изготовления шин . . . . .	42
Конструкция обода и колеса . . . . .	43
Особенности эксплуатации шин . . . . .	45
Работа шин . . . . .	51
Шины других типов, повышающие проходимость автомобилей . . . . .	62
Пневмокатки . . . . .	62
Особенности изготовления пневмокатков . . . . .	66
Широкопрофильные шины . . . . .	66
Перспективы применения шин, повышающих проходимость автомобиля и самоходных машин . . . . .	70
Приложение . . . . .	73

---

Редакторы Ю. С. Зуев и Ф. Е. Куперман      Техн. редактор А. А. Сперанская

Г 12675 Подписано к печати 2/XI 1960 г. Бумага 60×92<sup>1</sup>/<sub>16</sub>—2,5 бум. л.—5 печ. л. + 1 вкл.

Уч.-изд. л. 5,26. Тираж 6000 экз. Зак. 383. Цена 2 р. 70 к. с 1/1 1961 г. цена 27 к.

Типография Госхимиздата. Москва, 88, Угрешская

ДЛЯ ЗАМЕТОК

---

ОПЕЧАТКИ

<i>Стр.</i>	<i>Строка</i>	<i>Напечатано</i>	<i>Должно быть</i>
9	2 сверху	в 1956 г.	в 1956—1957 гг.
12	Таблица 1 (вклейка) графа 2, строка 1 снизу	Я-13	Я-132
	графа 6, строка 11 снизу	1702	1750
41	Таблица 7 графа 1, строка 13 снизу	Габариты	Характеристики
	графа 2, строка 3 снизу	7,0	70
42	Таблица 8, графа 3, строка 1 снизу	1,0	1,4
52	8 снизу	на 80%	на 40%
53	2 сверху	в 2,1 раза	в 2,4 раза
60	12 сверху	—6,8%	6,8%

С. М. Цукерберг и др. Зак. 383.

Цена 2 р. 70 к.

с 1/1 1961 г. цена 27 к.