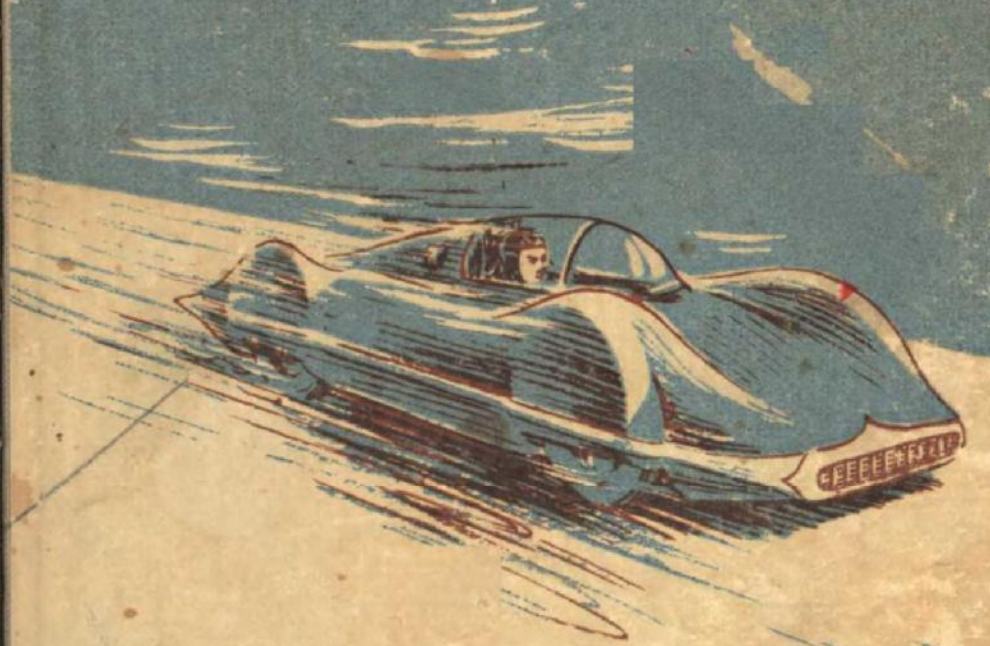
А. А. САБИНИН

Скоростные автомобили



Физкультура - Спорт
1953

А. А. САБИНИН

СКОРОСТНЫЕ АВТОМОБИЛИ

Издательство
„ФИЗКУЛЬТУРА И СПОРТ”
Москва 1953

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

ВВЕДЕНИЕ

Широкое развитие автомобильного спорта в нашей стране привлекает к нему за последнее время все большее внимание. Среди различных видов автомобильных соревнований одно из важнейших мест занимают скоростные соревнования, проводимые по дорогам с твердым покрытием.

Автомобили, используемые для скоростных соревнований, можно разделить на три основные группы: 1) серийные автомобили, подвергнутые некоторым переделкам, 2) спортивные автомобили и 3) гоночные автомобили. Все эти автомобили предназначаются для достижения наибольших скоростей движения в соревнованиях и называются скоростными автомобилями.

В настоящей книге приведено описание конструкции скоростных автомобилей, причем наибольшее внимание уделено серийным автомобилям, приспособленным к спортивным соревнованиям, и гоночным автомобилям, построенным на базе стандартных агрегатов.

В книге также рассматриваются наиболее типичные специальные конструкции гоночных автомобилей, имеющие перспективы дальнейшего развития.

При рассмотрении конструкции отдельных агрегатов наибольшее место отводится тем агрегатам, конструкция которых имеет наиболее характерные особенности, присущие новым типам скоростных автомобилей.

В книге также даются сведения по динамике скоростных автомобилей и приводятся главнейшие параметры, необходимые при проведении основных динамических расчетов. Кратко изложены основы управляемости и устойчивости гоночных автомобилей.

Материал, относящийся к серийным легковым автомо-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

билям, предназначенным для участия в скоростных соревнованиях, дан в разрезе последнего положения о всесоюзных соревнованиях и новых правил соревнований по автомобильному и мотоциклетному спорту.

Книга рассчитана на широкий круг читателей, связанных с автомобильным спортом: водителей, механиков, тренеров, достаточно хорошо знакомых с общим устройством автомобиля.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

ЗАДАЧИ АВТОМОБИЛЬНОГО СПОРТА В СССР

В Советском Союзе физическая культура является одним из средств коммунистического воспитания трудящихся.

Партия и правительство уделяют большое внимание физической культуре и массовому развитию различных видов спорта в нашей стране и создают все необходимые условия для роста спортивных достижений.

Постановление ЦК ВКП (б) от 27 декабря 1948 г. о развитии физкультурного движения и повышения мастерства советских спортсменов ставит задачу — завоевать в ближайшие годы мировое первенство по важнейшим видам спорта.

Автомобильный спорт совершенствует мастерство вождения автомобилей, вырабатывает в спортсменах ценные физические и волевые качества, а также способствует развитию автомобильной техники. Развитие последней связано с непрерывным ростом скорости как легковых, так и грузовых автомобилей.

С увеличением скорости движения повышается производительность автомобильного транспорта. Максимальная скорость, развиваемая автомобилем, характеризует степень технического совершенства его конструкции.

Усовершенствование конструкции автомобилей новых советских марок сопровождается улучшением их эксплуатационных качеств, среди которых одно из первых мест занимает улучшение динамики автомобилей.

Под динамическими качествами автомобиля понимают те качества, которые обеспечивают автомобилю возможность развивать наибольшую скорость, осуществлять быстрый разгон, легко преодолевать подъемы и в конечном счете давать наибольшую среднюю скорость движения.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Наибольшая скорость на прямом участке пути является одним из основных динамических показателей автомобиля.

Конструкция автомобиля для движения с высокими скоростями должна обеспечивать ему повышенную надежность и хорошую устойчивость. Кроме того, автомобиль должен иметь хорошую, обтекаемую, внешнюю форму. При спортивных соревнованиях детали автомобиля работают в очень тяжелых условиях, что позволяет наиболее полно проверить работоспособность различных конструкций.

Спортивные и гоночные автомобили служат целям проверки различных конструктивных усовершенствований, качества которых могут быть выявлены в условиях скоростных соревнований. Использование в советском автомобильном спорте как серийных, так и специальных спортивных и гоночных автомобилей дает широкие возможности для проведения экспериментальных работ.

Во всех крупных автомобильных соревнованиях участвуют представители заводов автомобильной промышленности. Заводские конструкторы и инженеры экспериментальных отделов, участвуя в работе технических комиссий соревнований, получают ряд ценных сравнительных данных. При этом выявляются слабые места в конструкции отдельных агрегатов серийных автомобилей, которые дальнейшем устраняются.

Спортивные и гоночные автомобили, строящиеся у нас главным образом, с использованием стандартных агрегатов, позволяют проверить предельные возможности форсировки этих агрегатов и наметить пути их дальнейшего усовершенствования.

Новые модели спортивных и гоночных автомобилей строятся нашими заводами с таким расчетом, чтобы ряд их агрегатов можно было использовать на перспективных моделях серийных автомобилей.

Вовлечение в автомобильный спорт широких масс водителей способствует повышению их квалификации, так как для достижения успеха в автомобильных соревнованиях водитель должен изучать автомобильную технику,, хорошо знать все конструктивные особенности своего автомобиля и непрерывно совершенствовать мастерство вождения.

Постройка сети усовершенствованных автомагистралей и связанный с этим рост скорости движения автомобилей требуют от водителей повышения искусства управления

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

автомобилем. При этом автомобильный спорт сможет принести водителям большую пользу:

В ближайшее время перед автомобильным спортом в СССР стоят следующие основные задачи:

1. Развитие массовых соревнований на серийных автомобилях (шоссейные гонки, кроссы, соревнования на мастерство экономичного вождения и др.).

2. Создание специальных спортивных и гоночных автомобилей в соответствии с общим направлением развития конструкции отечественных легковых автомобилей.

3. Повышение мастерства советских автоспортсменов и завоевание новых мировых рекордов и достижений.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЗВИТИИ АВТОМОБИЛЬНОГО СПОРТА В СССР

В дореволюционной России отсутствие собственной автомобильной промышленности тормозило развитие автомобильного спорта, но передовая часть технической общественности проявляла большой интерес к автомобильным соревнованиям. Первые автомобильные и мотоциклетные гонки были проведены в России в 1898 г. между Александровской и Стрельней (возле Петербурга) на дистанцию 39 верст. Время победителя этих гонок — 1 час. 33 мин. 36 сек., что соответствует скорости 24,5 км/час (на одноместном трицикле).

В последующие годы скорость движения автомобилей в соревнованиях быстро возрастала. В 1908 г. в гонках по маршруту Петербург — Москва средняя скорость, достигнутая победителем соревнований Б. Эмери на автомобиле «Бенц», составляла 82 км/час.

Автомобильные гонки выявили ряд выдающихся русских автомобильных спортсменов; некоторые из них участвовали в гонках на отечественных автомобилях марки «Руссобалт». Так, гонщик Иванов достиг в 1913 г. на автомобиле этой марки (рабочий объем цилиндров 4,9 л) скорости 129 км/час на дистанции 1 верста с хода. Это был высокий показатель для обычного легкового автомобиля, подвергнутого лишь незначительной форсировке.

В том же 1913 г. в специальных рекордных заездах на дистанцию 1 верста с хода Ф. Хернер достиг скорости 201 км/час, что близко подходило к мировому абсолютному рекорду того времени.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

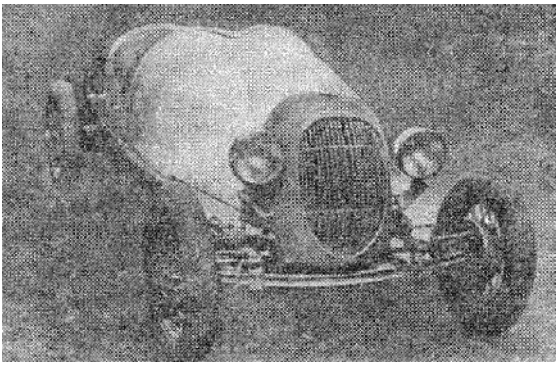


Рис. 1 . Спортивный автомобиль ЦАМКС, построенный на базе шасси автомобиля ГАЗ-А

Русские гонщики с успехом выступали также и на международных соревнованиях; так, известный московский автомобилист-спортсмен А. Солдатенков являлся победителем в нескольких крупных соревнованиях.

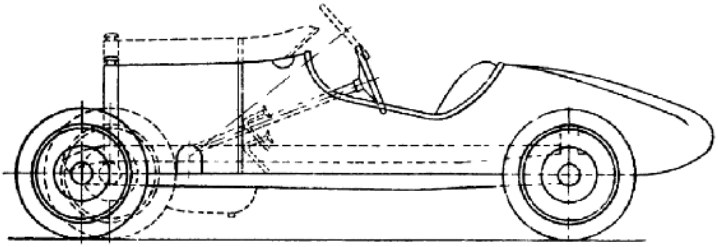


Рис. 2. Схема спортивного автомобиля, выполненного на базе легкового автомобиля ГАЗ-А

После Великой Октябрьской социалистической революции автомобильный спорт начал быстро развиваться в связи с широким развертыванием отечественной автомобильной промышленности. После освоения выпуска первых советских легковых автомобилей начались работы по повышению скорости и приспособлению их к спортивным целям.

Первые советские спортивные автомобили были построены на базе стандартных легковых автомобилей, выпускавшихся в то время нашими заводами.

До Великой Отечественной войны для создания спор-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

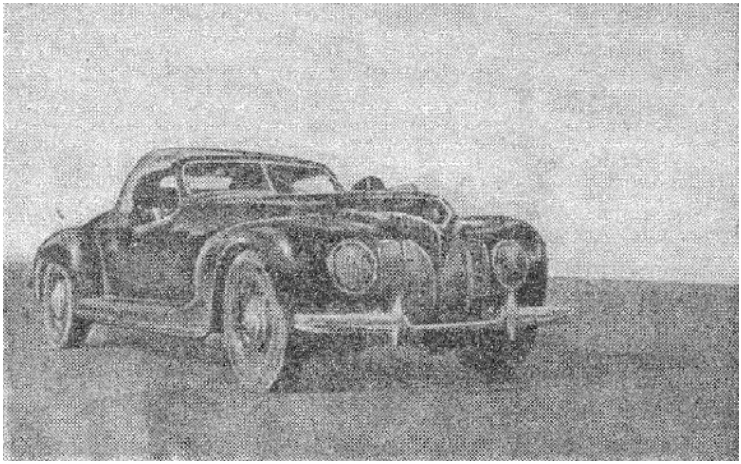


Рис. 3. Автомобиль «ЗИС-спорт»

тивных автомобилей использовались серийные легковые автомобили ГАЗ-А и М-1, выпускавшиеся Горьковским автозаводом имени Молотова.

Различными автомобильными клубами были построены спортивные автомобили на базе автомобиля ГАЗ-А. Так, Центральный авто-мотоспортивный клуб СССР построил автомобиль с двухместным открытым кузовом (рис. 1); на рис. 2 представлена схема спортивного автомобиля, построенного на базе автомобиля ГАЗ-А, контур которого показан штриховой линией.

В 1938 г. Г. Клещев (Ленинградский авто-мотоклуб) построил двухместный спортивный автомобиль на базе шасси М-1, на котором он установил абсолютный всесоюзный рекорд скорости 143,2 км/час на дистанции 1 км со стартом с хода.

В 1938 г. на Горьковском автозаводе имени Молотова шасси автомобиля М-1 было приспособлено к установке двухместного спортивного кузова, а в 1939 г. завод выпустил спортивный автомобиль ГЛ-1 с шестицилиндровым двигателем класса до 3500 $см^3$. Во время испытаний автомобиль ГЛ-1 развивал скорость до 160 км/час.

В 1939 г. на Московском автозаводе имени Сталина на базе шасси автомобиля ЗИС-101 был построен двухместный спортивный автомобиль «ЗИС-спорт» (рис. 3), относившийся к классу до 8000 $см^3$. За счет форсировки дви-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

гателя, улучшения внешней формы и снижения веса скорость этого автомобиля была значительно повышена по сравнению с серийной моделью. При испытаниях на дистанцию 1 км со стартом с хода скорость автомобиля достигла 162,4 км/час.

После Великой Отечественной войны развитие скоростных автомобилей связано с выпуском нашей промышленностью новых моделей легковых автомобилей.

В феврале 1949 г. были проведены гонки Москва — Минск — Москва. В этих гонках участвовали серийные легковые автомобили марок «Победа» и «Москвич», без каких-либо существенных изменений их конструкции. Это вызывалось необходимостью всестороннего испытания ходовых качеств автомобилей новых моделей и прежде всего стремлением проверить их надежность при длительном напряженном режиме работы.

Соревнования показали хорошие результаты; средние скорости движения автомобилей на дальних дистанциях оказались близкими к максимальным скоростям, гарантируемым заводами для серийных моделей. Во время гонок производилась регистрация рекордов на дистанциях 500 и 1000 км (табл. 1).

Таблица 1

Результаты гонок на дистанции 500 и 1000 км

Марка автомобиля	Скорость движения автомобиля, км/час		
	максимальная	на дистанции, км	
		500	1000
М-20	110	107,34	103,09
«Москвич»	90	—	83,08

Надежность серийных легковых автомобилей оказалась достаточно высокой, что дало возможность использовать их для спортивных целей.

Для повышения спортивных результатов и для предоставления автоспортсменам более широкой инициативы в дальнейшем было разрешено вносить различные изменения в конструкцию серийных легковых автомобилей.

Действовавшая в то время классификация спортивных

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

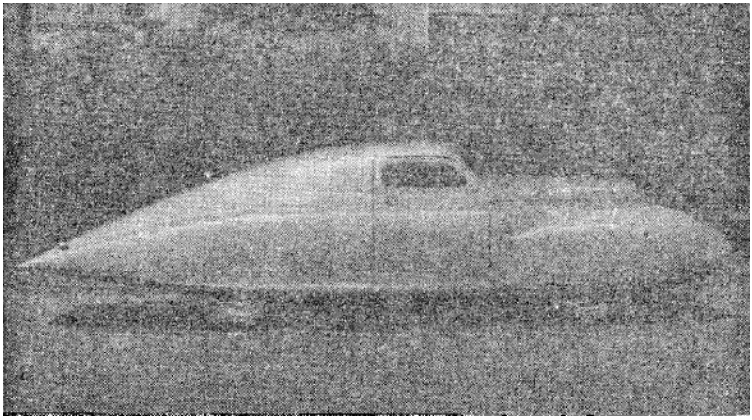


Рис. 4. Автомобиль с обтекаемым кузовом Горьковского автомобильного завода на шасси М-20

автомобилей, в зависимости от рабочего объема цилиндров двигателя, предусматривала следующие классы:

Автомобили	с	двигателями	рабочим	объемом	до	350 $см^3$
»	»	»	»	»	»	500 $см^3$
»	»	»	»	»	»	750 $см^3$
»	»	»	»	»	»	1200 $см^3$
»	»	»	»	»	»	2500 $см^3$
»	»	»	»	»	»	3500 $см^3$
»	»	»	»	»	свыше	3500 $см^3$

В соответствии с этой классификацией разрешалось увеличение рабочего объема цилиндров двигателей серийных автомобилей путем расточки цилиндров. Таким образом, в соревнованиях 1950 г. на многих автомобилях М-20 рабочий объем цилиндров двигателя был увеличен до 2490 $см^3$, а на автомобилях «Москвич» до 1190 $см^3$.

В 1950 г. впервые после окончания Великой Отечественной войны были проведены соревнования на розыгрыш первенства СССР по автомобильному спорту. Первенство разыгрывалось по классам автомобилей до 1200 и 2500 $см^3$. Соревнования проводились по шоссе на дистанцию 300 км; в них приняли участие 30 автомобилей М-20 и 13 автомобилей «Москвич». К соревнованиям допускались автомобили с различными изменениями конструкции, вплоть до изменения внешней формы автомобилей и постройки специальных кузовов.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Победителями соревнований по классу автомобилей до 2500 $см^3$ был М. Метелев (Горьковский автомобильный завод), показавший среднюю скорость 147,221 км/час на всей дистанции, и по классу до 1200 $см^3$ — Л. Гивартовский (МЗМА) — средняя скорость 115,392 км/час.

Автомобиль М. Метелева имел обтекаемый кузов (рис. 4), представлявший собою широкую модернизацию кузова автомобиля М-20. Двигатель, установленный на автомобиле, имел рабочий объем цилиндров до 2,49 л и достаточно высокую форсировку (степень сжатия 7).

На некоторых других автомобилях были кузовы измененной формы, а также обтекатели из органического стекла над передней частью автомобиля.

Как показали результаты соревнований, автомобили М-20 с улучшенными по обтекаемости кузовами развивали наиболее высокие средние скорости (табл. 2).

Таблица 2

Результаты соревнований 1950 г.

Занятое место	Фамилия водителя	Тип кузова	Средняя скорость на дистанции 300 км, км/час
1	М. Метелев	Специальный, обтекаемый	147,221
2	Н. Сорокин	Стандартный пониженный на 160 мм, без задних дверей	146,551
3	К. Никишин		141,082
4	Я. Рябинин	Стандартный	139,300
5	Д. Кияев		138,300

Так как переделка кузова достаточно сложна и трудоемка и ограничивает возможность дальнейшей эксплуатации автомобиля, в положение о всесоюзных автомобильных соревнованиях 1951 г. было внесено Запрещение изменять внешнюю форму автомобиля. Остальные конструктивные переделки автомобилей, разрешенные в 1950 г., допускались также и в соревнованиях 1951 г., и розыгрыш первенства СССР по автомобильному спорту проводился в тех же классах.

В шоссейных гонках на первенство СССР 1951 г. приняло участие 18 автомобилей класса до 2500 $см^3$ и 9 автомобилей класса до 1200 $см^3$.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Несмотря на сохранение стандартной формы кузова, на автомобилях, занявших первые места, была достигнута более высокая средняя скорость движения, чем в предыдущем году на автомобилях со специальными кузовами. Так, победитель соревнований Л. Дашков развил среднюю скорость движения 152,1 км/час на дистанции 300 км.

Увеличение скорости движения произошло вследствие более высокой форсировки двигателей. В 1951 г. большая часть участвовавших в соревнованиях автомобилей М-20 имела двигатели со степенью сжатия 7,5—8, в то время как в соревнованиях 1950 г. степень сжатия в большинстве случаев не превышала 7.

В рекордных заездах, проведенных в 1951 г., приняли участие гоночные автомобили, построенные на базе агрегатов серийных автомобилей: автомобиль «Харьков-3» класса до 2500 $см^3$, построенный на базе агрегатов автомобиля М-20, и «Шахтер» класса до 1200 $см^3$, выполненный на базе агрегатов автомобиля «Москвич». На этих гоночных автомобилях в течение 1951 г. был установлен ряд всесоюзных рекордов на различные дистанции.

В 1952 г. Комитетом по делам физической культуры и спорта при Совете Министров СССР была введена новая классификация спортивных и гоночных автомобилей, а также введены изменения в правила проведения соревнований на серийных автомобилях.

В соответствии с этим решением Комитета установление рекордов проводится по определенным классам автомобилей, в зависимости от рабочих объемов их двигателей*, а розыгрыш лично-командных первенств и другие массовые соревнования проводятся по маркам отечественных легковых автомобилей без изменений рабочего объема их двигателей.

Всесоюзные автомобильные соревнования 1952 г. включали рекордные заезды и шоссейные гонки на дистанцию 500 км, причем в последних приняло участие 26 автомобилей М-20 и 10 автомобилей «Москвич».

Вследствие более длинной дистанции соревнований и запрещения увеличивать рабочий объем двигателей средние скорости движения на всей дистанции были несколько меньшими, чем в соревнованиях 1951 г.

* Классификация спортивных и гоночных автомобилей приводится на стр. 17.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

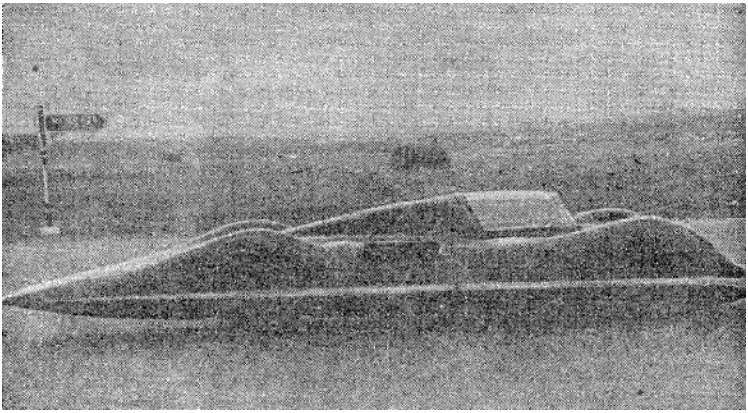


Рис. 5. Автомобиль «Дзержинец»

Победитель соревнований М. Метелев добился средней скорости движения 142,9 км/час на дистанции 500 км.

Всесоюзные автомобильные соревнования 1952 г. показали возросшее мастерство водителей и высокую надежность серийных легковых автомобилей, большая часть которых закончила всю дистанцию без каких-либо дефектов и повреждений.

В рекордных заездах участвовали гоночные автомобили различных классов в соответствии с повой классификацией. Большинство из них было выполнено на базе агрегатов серийных автомобилей.

Наиболее высокая скорость движения 215,182 км/час была достигнута гонщиком И. Помогайбо на автомобиле «Дзержинец» (рис. 5) класса до 3000 $см^3$ на дистанции 1 км со стартом с хода.

Помимо гоночных автомобилей, построенных в основном с использованием стандартных агрегатов, в Советском Союзе построено несколько моделей специальных рекордно-гоночных автомобилей с двигателями малого рабочего объема.

Наиболее высокие результаты были достигнуты на рекордно-гоночных автомобилях типа «Звезда».

За период с 1946 по 1952 г. на этих автомобилях установлено 20 всесоюзных рекордов скорости на различные

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

дистанции, часть из которых превышает мировые достижения для автомобилей соответствующего класса.

В 1952 г. мастер спорта А. Амбросенков на последней модели автомобиля этого типа «Звезда М НАМИ» установил несколько рекордов в классах до 250, 350 и 500 $см^3$, заменяя двигатели на одном и том же автомобиле.

ВИДЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ СОРЕВНОВАНИЙ И КЛАССИФИКАЦИЯ СКОРОСТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Автомобильные соревнования, проводимые в СССР, весьма разнообразны: шоссейные гонки, автомобильные кроссы, соревнования на мастерство экономичного вождения, заезды для установления рекордов на короткие и длинные дистанции и др.

Каждый вид соревнования преследует определенные цели и имеет свои особенности.

Соревнования, имеющие целью достижение наиболее высоких скоростей, обычно называют скоростными соревнованиями. Такие соревнования являются наиболее ответственными, так как при высоких скоростях особое значение приобретает безопасность движения. Эти соревнования имеют большое значение и с точки зрения выявления различных конструктивных особенностей автомобилей.

Для массового развития автомобильного спорта большинство соревнований в СССР проводится на серийных отечественных автомобилях.

В скоростных соревнованиях принимают участие серийные легковые автомобили, в конструкции которых производятся различные изменения соответственно с условиями, предусмотренными положением о соревнованиях. Грузовые автомобили в скоростных соревнованиях не участвуют.

Специально спортивные и гоночные автомобили выделяются в отдельные группы с зачетом по соответствующим классам.

В настоящей книге, посвященной скоростным автомобилям, даны основные сведения о скоростных соревнованиях.

Скоростные соревнования бывают линейными, которые проводятся по усовершенствованным дорогам и автомагистралям, и кольцевыми, проводимыми по специальным кольцевым дорогам, а также на треках и автодромах.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Дороги, по которым проводятся скоростные соревнования, должны иметь хорошее покрытие, исправные дорожные сооружения, мосты, переезды и должны быть полностью закрыты для постороннего движения. На протяжении всей дистанции соревнований должны быть приняты меры по охране шоссе с тем, чтобы предупредить случайное появление на нем во время соревнований каких-либо видов транспорта, людей и животных. На подходах к опасным пунктам шоссе должны быть установлены предупредительные знаки, расположенные на видном месте по краям дороги на расстоянии 100—300 м до опасного пункта.

Основным видом автомобильных скоростных соревнований в СССР являются в настоящее время линейные шоссейные гонки. Такие гонки проводятся обычно на дистанциях 100, 200 и 500 км, при этом дистанции проходятся в двух направлениях с поворотом.

Специальные рекордные заезды проводятся на дистанциях 1, 5 и 10 км со стартом с хода и на дистанциях 1, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 3000 км со стартом с места.

Все дистанции со стартом с хода и дистанция 1 км со стартом с места проходятся в двух направлениях, причем зачетная скорость определяется по среднему времени прохождения дистанции в обоих направлениях. Между стартом заезда в одном направлении и финишем в другом направлении должно пройти для километровой дистанции не более 10 мин., а для 5- и 10-километровых дистанций не более 20 мин.

Зачетная дистанция и прилегающие к ней участки для разгона длиною 100 м с каждой стороны не должны иметь уклонов дороги более 1%.

К рекордным заездам допускаются автомобили различной конструкции в соответствии с классификацией, установленной Всесоюзным комитетом по делам физической культуры и спорта. Классификация спортивных и гоночных автомобилей производится по рабочему объему цилиндров двигателей.

Принятая в настоящее время* классификация спортивных и гоночных автомобилей предусматривает следующие классы:

* Приказ Комитета по делам физической культуры и спорта при Совете Министров Союза ССР № 490 от 8 мая 1952 г.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

С	рабочим	объемом	цилиндров	двигателя	до	250 $см^3$
»	»	»	»	»	»	350 $см^3$
»	»	»	»	»	»	500 $см^3$
»	»	»	»	»	»	750 $см^3$
»	»	»	»	»	»	1100 $см^3$
»	»	»	»	»	»	1500 $см^3$
»	»	»	»	»	»	2000 $см^3$
»	»	»	»	»	»	3000 $см^3$
»	»	»	»	»	»	5000 $см^3$
»	»	»	»	»	»	8000 $см^3$
»	»	»	»	»	свыше	8000 $см^3$

Указанная классификация совпадает с международной классификацией спортивных и гоночных автомобилей, в соответствии с которой международная автомобильная федерация производит регистрацию мировых рекордов скорости по автомобильному спорту.

Специальные автомобили, предназначенные для спортивных целей, делятся на две основные категории: спортивные автомобили и гоночные автомобили.

Спортивные автомобили имеют специальные, но не менее чем двухместные кузовы и двигатели без нагнетателей. Спортивные автомобили обычно оборудуются, как и серийные легковые автомобили, приборами освещения и сигнализации, а также имеют обычное оперение (буферы, облицовки и т. п.) и должны быть приспособлены к общепринятым условиям движения по дорогам.

Спортивные автомобили обычно строятся на базе шасси легковых автомобилей; в конструкцию двигателя и агрегатов силовой передачи вносятся отдельные изменения; кузовы для этих автомобилей строят специальные.

Согласно положению о шоссейных соревнованиях, принятому Всесоюзным комитетом по делам физической культуры и спорта, спортивные автомобили относятся к той или иной группе в зависимости от типа двигателя, принятого за основу при конструировании автомобиля. Эти группы устанавливаются в соответствии с типами выпускаемых в данное время двигателей серийных легковых автомобилей.

Увеличение рабочего объема и числа цилиндров двигателя против принятой за основу марки не разрешается; при изготовлении двигателей иной конструкции по сравнению с прототипом эти требования также сохраняются.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Кроме того, к спортивным автомобилям предъявляются следующие требования: кузов автомобиля с количеством мест не менее двух может иметь любую форму, но должен быть снабжен полным оборудованием и иметь внешние очертания нормального пассажирского автомобиля. При этом обязательным оборудованием является:

1) крылья над колесами, прикрепленные к кузову или раме автомобиля;

2) ветровое стекло;

3) полный комплект электрооборудования (включая генератор, аккумуляторную батарею, фары, задние фонари, сигнал, стартер и пр.);

4) освещаемый щиток с приборами;

5) два независимо действующих надежных тормоза, причем ножной тормоз на все колеса;

6) укрепленное запасное колесо;

7) зеркало обратного вида площадью не менее 60 $см^2$;

8) капот, закрывающий все детали и оборудование двигателя;

9) тент, обеспечивающий надежное закрытие пассажирских мест;

10) боковые стекла шириной не менее 0,4 м и высотой не менее 0,2 м;

11) при закрытом кузове задняя панель должна иметь стекло.

Установка воздушных фильтров и глушителей на спортивных автомобилях не обязательна. При снятом глушителе выпускная труба должна быть выведена к заднему мосту, причем должна заканчиваться на расстоянии 200—250 мм от заднего моста.

Допускается производить подачу воздуха к карбюратору из пространства перед радиатором, но без ущерба для внешнего вида автомобиля.

Колеса и шины можно применять любого размера, но шины должны быть специальной конструкции, рассчитанной на длительное движение с максимальной для данного автомобиля скоростью.

Гоночные автомобили имеют специальные одноместные кузовы и высокофорсированные двигатели без нагнетателей или двигатели с нагнетателями, обеспечивающими получение наиболее высокой литровой мощности.

Гоночные автомобили, предназначенные для различных шоссейных соревнований, получают название дорож-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

но-гоночных автомобилей в отличие от рекордно-гоночных автомобилей, служащих только для участия в рекордных заездах.

К гоночным автомобилям предъявляют следующие основные технические требования:

а) автомобиль по своей конструкции не должен представлять опасности для участвующих в соревновании и окружающих;

б) капот автомобиля должен быть надежно укреплен и плотно прикрывать пространство между радиатором и кузовом; если автомобиль имеет крылья, то они должны закрывать колеса не менее чем на одну треть длины окружности; крылья должны быть прикреплены к кузову или к раме автомобиля (крепить крылья к осям запрещается);

в) на автомобилях должны быть установлены шины улучшенного качества, обеспечивающие безопасность движения;

г) между местом водителя и двигателем должна находиться перегородка для защиты в случае появления пламени;

д) выпуск отработавших газов должен быть направлен так, чтобы не мешать сзади идущим автомобилям;

е) автомобиль должен быть снабжен надежно действующими тормозами.

Для стимулирования роста спортивных достижений Всесоюзным комитетом по делам физической культуры и спорта утверждены нормативы для установления рекордов скорости на различные дистанции по каждому классу автомобилей (см. приложение I).

Серийные автомобили, участвующие в скоростных шоссейных соревнованиях, согласно последнему положению, должны сохранять конструкцию шасси и внешнюю форму без каких-либо изменений. Допускается форсировка двигателя без изменения рабочего объема*, числа цилиндров и расположения клапанов, а также изменение систем смазки, охлаждения, питания и зажигания. Допускается изменение передаточного числа главной передачи и установка любых дополнительных приборов.

Техническое состояние автомобиля должно отвечать условиям безопасности движения.

* Допускается установка двигателей с ремонтным размером поршней в пределах + 0,5 мм по отношению к номинальному.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Серийные автомобили, участвующие в соревнованиях, разбиваются на группы по моделям автомобилей.

Все автомобили, участвующие в соревнованиях, подвергаются предварительному осмотру технической комиссией соревнований, которая может не допустить автомобиль к соревнованию, если он не отвечает предъявляемым к нему требованиям.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ОБЩАЯ КОНСТРУКТИВНАЯ КОМПАНОВКА СКОРОСТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Основные параметры и конструктивная компановка скоростных автомобилей определяются прежде всего их назначением.

Серийные автомобили, приспособленные к спортивным целям, и спортивные автомобили имеют общепринятую для легковых автомобилей конструктивную компановку, а специально гоночные автомобили имеют большей частью оригинальные конструктивные решения и по своей общей компановке не похожи на автомобили серийного производства.

Ниже рассмотрены основные условия, влияющие на конструкцию гоночных автомобилей, и основные конструктивные схемы, принятые в настоящее время для этих автомобилей.

Конструктивная компановка гоночного автомобиля зависит от того, для какого вида соревнований он предназначен. Прежде всего выявляется основное различие между рекордно-гоночными автомобилями, предназначенными для установления рекордов на короткие дистанции, и дорожно-гоночными автомобилями, рассчитанными на длительные шоссейные соревнования.

В настоящее время среди отечественных гоночных автомобилей преобладают модели, предназначенные для установления рекордов на средние дистанции, так, например, «Харьков-6», «Дзержинец», «Шахтер» и др., имеющие кузовы с закрытыми колесами. Эти автомобили можно использовать и для линейных шоссейных гонок.

Типичными представителями рекордно-гоночных автомобилей являются автомобили типа «Звезда» в классах до 250, 350 и 500 $см^3$.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Дорожно-гоночные автомобили должны обладать:

1) высокими динамическими качествами (способностью развивать большую скорость и осуществлять быстрый разгон);

2) хорошей устойчивостью и управляемостью, гарантирующей безопасность движения;

3) достаточной прочностью и надежностью для бесперебойной работы в длительных соревнованиях;

4) высокой маневренностью (особенно при кольцевых гонках).

Для получения высоких динамических качеств необходимы:

1) большая мощность двигателя;

2) малая площадь лобового сопротивления и хорошая обтекаемость автомобиля;

3) небольшой вес автомобиля;

4) высокий к. п. д. силовой передачи;

5) правильный подбор передаточных чисел главной передачи и коробки передач;

6) шины специального типа с высоким внутренним давлением.

На современных гоночных автомобилях устанавливаются специальные двигатели, имеющие высокую литровую мощность*.

Значительная часть мощности гоночного автомобиля затрачивается на преодоление сопротивления воздуха. Поэтому при разработке общей компановки гоночного автомобиля стремятся снизить потери, уменьшая площадь лобового сопротивления и улучшая обтекаемость автомобиля. Совместное решение этих двух задач представляет большую трудность, так как наилучшие результаты по обтекаемости дают автомобили с колесами, закрытыми обтекателями, выполненными вместе с кузовами, а это приводит к некоторому увеличению площади лобового сопротивления.

Автомобили с открытыми колесами дают наименьшую площадь лобового сопротивления, но худшую обтекаемость.

В настоящее время большинство дорожно-гоночных автомобилей имеет кузовы с открытыми колесами.

* Способы получения высокой литровой мощности будут рассмотрены в разделе двигателей; здесь же необходимо указать на наиболее рациональное использование мощности.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

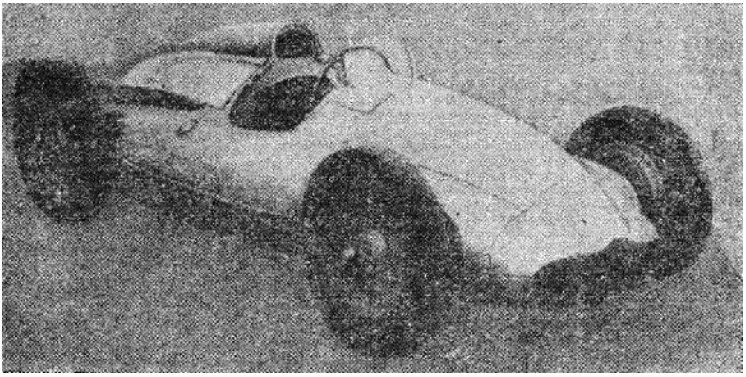


Рис. 6. Дорожно-гоночный автомобиль с открытыми колесами

Примером такой конструкции является автомобиль, показанный на рис. 6.

Площадь лобового сопротивления для автомобилей «средних» классов удается свести при этом до F = 0,9—1,0 м^2. Коэффициент обтекаемости составляет в среднем C_x = 0,2—0,25.

Рекордно-гоночные автомобили строятся обычно с колесами, закрытыми обтекателями, что значительно улучшает их обтекаемость.

На рис. 7 показан внешний вид рекордно-гоночного ав-

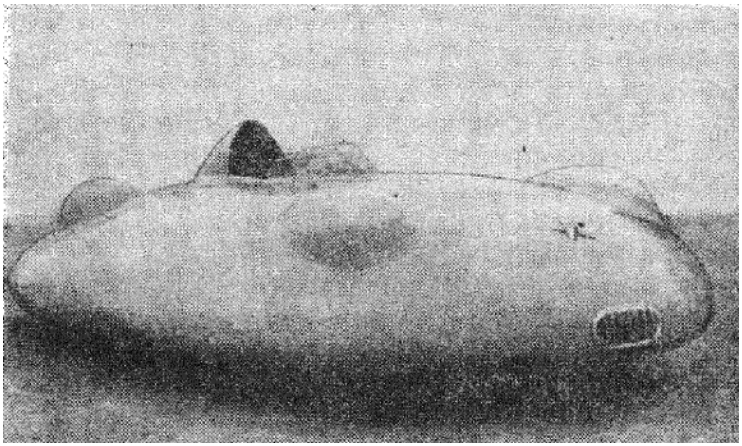


Рис. 7. Рекордно-гоночный автомобиль «Звезда ЗМ» с колесами, закрытыми обтекателями

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

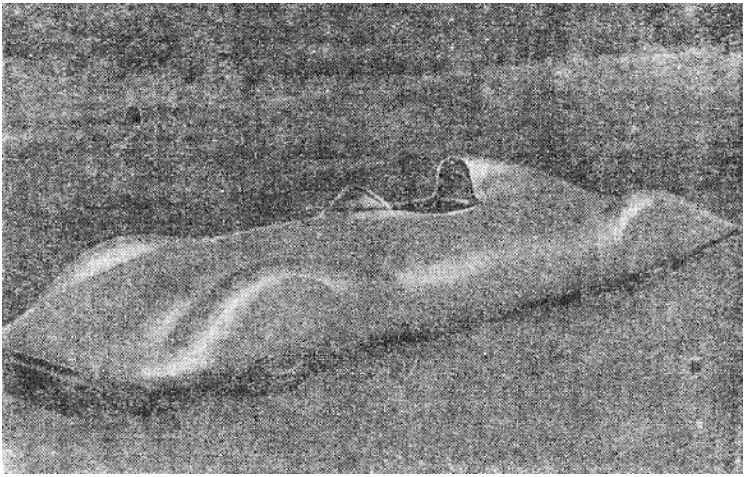


Рис. 8. Внешний вид автомобиля «Харьков-Л250»

томобиля «Звезда ЗМ» класса до 350 $см^3$ с колесами, закрытыми обтекателями, выполненными заодно целое с кузовом.

В табл. 3 приведены средние данные по основным параметрам рекордно-гоночных автомобилей различных классов. Как видно из таблицы, для автомобилей «младших» классов удается достичь очень хорошего соотношения между *F* и *C*.

Улучшение обтекаемости рекордно-гоночных автомобилей с меньшим рабочим объемом двигателя достигается за счет создания более совершенной формы кузова, так как малогабаритные двигатели легче вписываются в заданную форму кузова, не имеют частей, выступающих за его габариты, и не требуют устройства специальных обтекателей для закрытия этих частей.

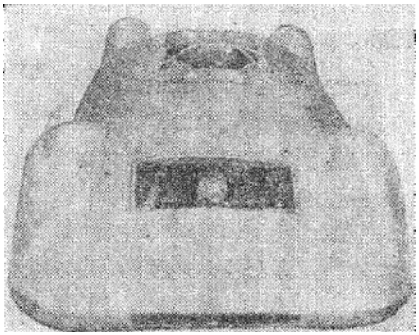


Рис. 9. Вид спереди автомобиля «Харьков-Л250»

На рис. 8 показан внешний вид автомобиля

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

«Харьков-Л250» с двигателем с рабочим объемом 250 $см^3$, а на рис. 9 — вид автомобиля спереди (ниже, на рис. 70 видна установка двигателя на этом автомобиле). Как видно из этих рисунков, двигатель хорошо вписывается в габариты кузова, который имеет поэтому выгодную обтекаемую форму.

На стр. 122 показана установка двигателя с рабочим объемом 3000 $см^3$ на автомобиле «Дзержинец». Двигатель имеет увеличенные габариты по высоте и значительно

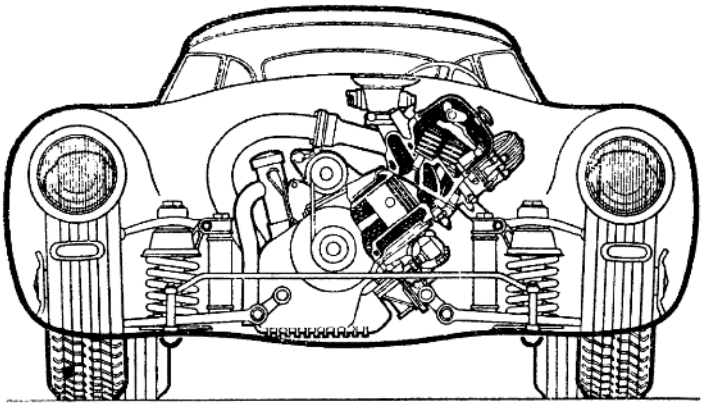


Рис. 10. Наклонная установка на автомобиле двигателя, имеющего большие габариты по высоте

выступает за пределы верхней панели кузова, вследствие чего размеры обтекателя за сидением водителя значительно увеличиваются, а внешние очертания обтекателя получаются не столь выгодными, как в тех случаях, когда такой обтекатель служит дополнением к колпаку над головой водителя.

На некоторых автомобилях двигатели, имеющие большую высоту, устанавливаются иногда наклонно относительно продольной вертикальной плоскости (рис. 10).

Большой вес увеличивает потери на сопротивление качению и затрудняет разгон автомобиля. Снижение веса гоночных автомобилей достигается созданием деталей наиболее рациональной формы и размеров, а также применением наиболее высококачественных материалов, допускающих высокие напряжения. Во всех случаях, где это

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Таблица № 3

Основные параметры рекордно-гоночных автомобилей различных классов

Наименование параметров	Классы автомобилей *								
	до 8000 см^3	до 5000 см^3	до 3000 см^3	до 2000 см^3	до 1500 см^3	до 1100 см^3	до 750 см^3	до 500 см^3	до 350 см^3
Площадь лобового сопротивления *F*, м^2	1,3 – 1,5	1,3 – 1,5	1,2 – 1,3	1,2 – 1,3	1,1 – 1,2	1,1 – 1,2	1,0 – 1,1	0,9 – 1,1	0,9 – 1,1
Коэффициент обтекаемости *Cx*	0,16 – 0,17	0,16 – 0,17	0,16 – 0,17	0,16 – 0,17	0,16 – 0,17	0,15 – 0,16	0,15 – 0,16	0,15 – 0,16	0,15 – 0,16
Общий вес автомобиля в заправленном состоянии, кг	1100	1100	1000	1000	900	800	750	500	500
Давление в шинах кг/см^2	5,0 – 6,0	5,0 – 6,0	5,0 – 6,0	4,0 – 5,0	4,0 – 5,0	4,0	4,0	4,0	4,0

*) Автомобили класса свыше 8000 см^3 слишком оторваны от обычной автомобильной техники и поэтому их параметры малопоказательны.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

возможно по условиям прочности, применяются легкие сплавы.

Высокий к. п. д. η_m силовой передачи достигается тщательной обработкой и сборкой всех деталей и применением высококачественной смазки. Для гоночных автомобилей в среднем к. п. д. силовой передачи η_m = 0,9, но у некоторых автомобилей η_m достигает величины 0,92—0,95.

Для получения высокой скорости движения автомобиль должен иметь передаточное число главной передачи, подобранное в соответствии с повышением мощности, а для совершения быстрого разгона — иметь достаточное число ступеней в коробке передач (4—5 ступеней) и определенное соотношение между их передаточными числами.

Для уменьшения сопротивления качению желательно иметь большое давление в шинах. Это давление ограничивается требованиями плавности хода и опасностью подскакивания колес на самых незначительных неровностях дороги, что вызывает их пробуксовку.

Устойчивость и управляемость автомобиля имеют не менее важное значение, чем динамические качества.

Устойчивость скоростных автомобилей в весьма большой степени зависит от высоты центра тяжести, распределения веса по осям, типа подвески и качества шин.

При разработке конструкции скоростного автомобиля в первую очередь приходится сталкиваться с необходимостью правильного распределения веса по осям. Для обеспечения устойчивости вес между передней и задней осями автомобиля должен распределяться равномерно. Практически у большинства гоночных автомобилей на заднюю ось приходится 54—57% общего веса и соответственно 46—43% на переднюю ось. Такое соотношение в распределении весов дает хорошие результаты как в отношении сохранения устойчивости, так и в отношении увеличения сцепного веса, поскольку ведущими колесами обычно бывают задние.

Возможность допустить небольшое расстояние от нижней точки автомобиля до полотна дороги позволяет понизить расположение рамы и всех основных агрегатов, что уменьшает высоту расположения центра тяжести. Кроме того, следует все агрегаты, обладающие большим весом, располагать вблизи центра тяжести, уменьшая тем самым момент инерции автомобиля относительно вертикальной оси, проходящей через центр тяжести, что облегчает

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

автомобилю вход и выход из виражей с высокой скоростью.

Современные дорожно-гоночные автомобили обладают высокой маневренностью: небольшие габариты допускают малые радиусы поворотов, а хорошая устойчивость и управляемость позволяют проходить эти повороты с большой скоростью.

Основными вопросами общей компановки гоночного автомобиля является выбор: расположения двигателя, привода на переднюю или заднюю ось, типа применяемых агрегатов, формы кузова, определение габаритных размеров и основных параметров автомобиля.

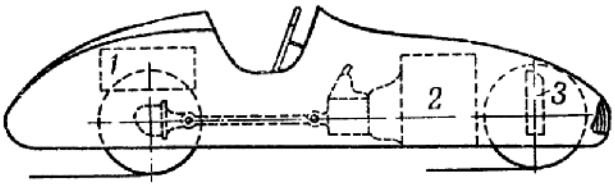


Рис. 11. Схема гоночного автомобиля с передним расположением двигателя:
1 — топливный бак, *2* — двигатель, *3* — радиатор

В настоящее время на гоночных автомобилях применяется как переднее, так и заднее расположение двигателя.

Расположение двигателя в передней части является классическим для конструкции современных серийных автомобилей. На рис. 11 изображена схема гоночного автомобиля с передним расположением двигателя.

При создании гоночного автомобиля с использованием стандартных агрегатов переднее расположение двигателя несколько облегчает решение различных конструктивных задач (правильное распределение веса между передней и задней осями, устройство системы охлаждения с меньшим отдалением радиатора от двигателя, расположение топливных баков).

Заднее расположение двигателя получает на гоночных автомобилях за последнее время все большее распространение. На рис. 12 приведена схема гоночного автомобиля с задним расположением двигателя.

Основные преимущества такого расположения заключаются в следующем:

1. Длина вала, передающего крутящий момент от дви-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

гателя к ведущим задним колесам, будет значительно короче. Это снижает потери в силовой передаче и увеличивает ее к. п. д. за счет уменьшения вибраций, которые имеют место при длинном карданном вале.

2. Уменьшение веса силовой передачи вследствие сокращения длины карданного вала.

3. Более низкое расположение центра тяжести автомобиля, способствующее повышению его устойчивости вследствие отсутствия проходящего посередине карданного вала, что дает возможность опустить сидение водителя.

При правильном расположении и устройстве топливных баков может быть достигнуто распределение веса по

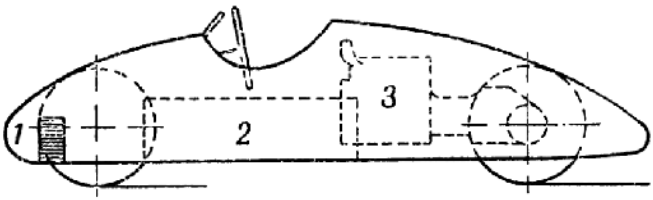


Рис. 12. Схема гоночного автомобиля с задним расположением двигателя:
1 — радиатор, *2* — топливный бак, *3* — двигатель

осям в указанных выше пределах. Так, у ряда современных гоночных автомобилей с задним расположением двигателя на переднюю ось приходится 44—45%, а на заднюю — 55—56% общего веса автомобиля.

Недостатком заднего расположения двигателя на дорожно-гоночных автомобилях является некоторое затруднение управления автомобилем на повороте. При движении на вираже автомобиль под действием центробежной силы, приложенной к центру тяжести, стремится повернуться вокруг передней оси. Для противодействия заносу задних колес водитель должен выравнивать автомобиль соответствующим поворотом руля в сторону бокового заноса. Если водитель сидит в передней части автомобиля, то он в меньшей степени ощущает занос задних колес и не так быстро реагирует на это явление.

В большинстве гоночных автомобилей с задним расположением двигателя сидение водителя удается расположить в середине автомобиля и практически ухудшение управляемости автомобиля на повороте при этом не ощущается.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

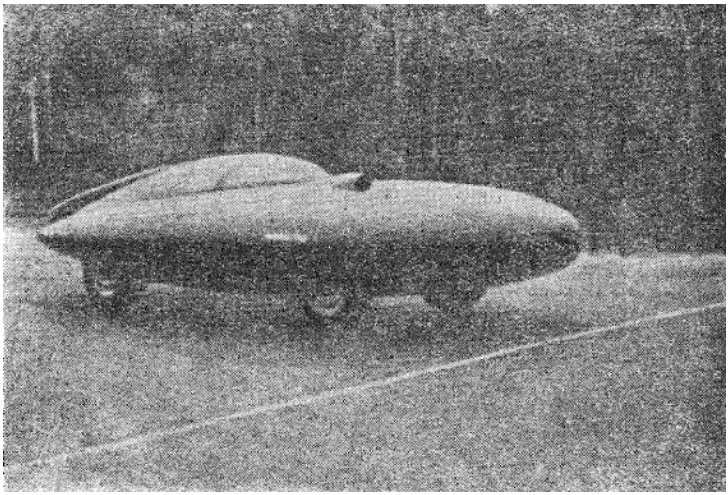


Рис. 13. Общий вид гоночного автомобиля Горьковского автозавода

Выбор привода на передние или задние колеса также связан с решением вопроса о наиболее рациональном размещении всех агрегатов автомобиля. При установке двигателя в передней части автомобиля привод на передние колеса имеет преимущества, аналогичные преимуществам заднего расположения двигателя при задних ведущих колесах.

Привод на передние колеса несколько облегчает управление автомобилем на повороте, но значительно ухудшает приемистость автомобиля, так как во время разгона происходит перераспределение нагрузки и большая часть ее передается на задние колеса. При этом нагрузка на передние ведущие колеса, а следовательно, и сцепной вес уменьшаются. Следствием этого является большая склонность автомобилей с передним приводом к пробуксовке колес, ввиду чего этот привод и не получил большого распространения.

Привод на задние колеса принят на большинстве гоночных автомобилей как с задним, так и с передним расположением двигателя. При расположении двигателя впереди применяют различные схемы компановки агрегатов

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

силовой передачи, чтобы обеспечить низкое и удобное расположение водителя.

В некоторых случаях двигатель устанавливают под углом к продольной оси автомобиля и смещают карданную передачу вбок относительно нее.

Для использования максимального сцепного веса применяют привод на все колеса. В настоящее время это имеет применение на некоторых рекордно-гоночных автомобилях. При этом устанавливают два двигателя, один из которых связан с передними, а другой с задними колесами.

Общая компановка автомобиля зависит также от наличия рамы.

Большинство современных гоночных автомобилей имеет жесткую раму, обычно выполняемую из тонкостенных стальных труб.

Безрамные конструкции с несущим кузовом встречаются на гоночных автомобилях сравнительно редко. Необходимость создания жесткого, прочного, несущего кузова вызывает усложнение его конструкции, что в гоночном автомобиле приводит иногда к слишком громоздкой форме.

Примером такой конструкции является гоночный автомобиль, построенный на базе автомобиля М-20 Горьковским автозаводом к Всесоюзным автомобильным соревнованиям 1951 г. (см. рис. 13).

Выбор основных параметров гоночного автомобиля: базы, ширины колеи, габаритов (длины, ширины, высоты) и др. — зависит прежде всего от размеров двигателя, а следовательно, от его класса.

Для автомобилей «младших» классов, имеющих двигатели небольших рабочих объемов, габаритов и веса, облегчается создание конструкции с наименьшими внешними размерами и хорошей обтекаемостью. Пределом для уменьшения размеров гоночного автомобиля является необходимость удобного расположения гонщика и обеспечение ему благоприятных условий для управления автомобилем.

Обычно водитель размещается в середине автомобиля, и его вес равномерно распределяется на переднюю и заднюю оси автомобиля.

В табл. 4 приведены основные данные отечественных гоночных автомобилей.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Таблица 4.

Основные данные по отечественным гоночным автомобилям

Наименование параметров	Класс до 250 см³ «Харьков-Л 250»	Класс до 350 см³ «Звезда М НАМИ»	Класс до 1200 см³ «Шахтер»*	Класс до 2000 см³ «Харьков-6»	Класс до 2500 см³ «Харьков-3»	Класс до 3000 см³ «Дзержинец»
Габаритные размеры:						
длина, мм	4000	4200	4500	5900	6200	5500
ширина »	1250	1700	1375	1300	1300	1980
высота »	580	750	800	950	950	1020
База »	2500	2150	2337	3200	3200	2845
Колея:						
передняя, мм.....	1050	1105	1110	1190	1125	1120
задняя »	950	900	1168	1190	966	950
Дорожный просвет, мм	80	120	180	60	80	90
Вес, кг:						
сухой	300	448	500	1000	850	1090
на переднюю ось	120	205	—	450	—	500
на заднюю »	180	243	—	550	—	590
Общий вес заправленного автомобиля с водителем, кг	440	540	—	1250	—	1200

* По старой классификации.

КОНСТРУКЦИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ СКОРОСТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

На автомобилях, принимающих участие в скоростных соревнованиях, применяют двигатели различных типов.

Серийные легковые автомобили, участвующие в соревнованиях, могут иметь лишь ограниченные изменения в конструкции двигателей, что строго оговаривается положением о соревнованиях.

Спортивные автомобили, построенные на базе агрегатов серийных автомобилей, могут иметь серийные или специальные двигатели без нагнетателей с определенным рабочим объемом и числом цилиндров для каждого класса автомобилей. Никаких других ограничений в конструкции двигателя не предусматривается.

Двигатели специальных гоночных автомобилей должны иметь рабочий объем в пределах, установленных для данного класса. Допускается установка на гоночных автомо-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

билях любых поршневых двигателей внутреннего сгорания (газотурбинные и реактивные двигатели относятся к особой группе). Двигатели могут иметь нагнетатели различных типов. На многих гоночных автомобилях младших классов устанавливают двигатели гоночных мотоциклов.

Ввиду совершенно различного характера конструкции двигателей для серийных, спортивных и специально гоночных автомобилей ниже будут рассмотрены изменения конструкции двигателей серийных автомобилей и серийных двигателей для спортивных и гоночных автомобилей, построенных на базе стандартных агрегатов, а также специальные двигатели гоночных автомобилей.

Основные способы повышения мощности быстроходных автомобильных двигателей

В двигателях внутреннего сгорания в механическую работу превращается тепло, выделяемое при сгорании топлива в цилиндрах двигателя. При этом в полезную работу превращается лишь относительно небольшая часть тепла, выделяемого при сгорании топлива, а остальное тепло расходуется непроизводительно. Чтобы получить от двигателя наибольшую мощность, необходимо увеличить количество сгорающего в нем топлива, увеличив количество подаваемой в цилиндры горючей смеси, и уменьшить непроизводительные потери тепла.

Для быстроходных автомобильных двигателей распределение затрат тепла на полезную работу и различные потери, так называемый тепловой баланс двигателя, выглядит следующим образом:

1. В полезную работу превращается 25—30% тепла при работе двигателя с полной нагрузкой; с уменьшением нагрузки двигателя использование тепла ухудшается.

2. Потери тепла через систему охлаждения составляют от 25 до 35%. При увеличении числа оборотов потери относительно уменьшаются, так как в период каждого цикла сокращается время на теплопередачу в стенки цилиндра и охлаждающую воду. В эти потери включаются потери тепла, выделяющегося при трении поршней и колец о стенки цилиндров.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

3. Потери тепла с отработавшими газами являются наибольшими и составляют от 30 до 40% всего количества тепла, которое может быть выделено при сгорании топлива. С повышением числа оборотов эти потери увеличиваются.

4. Потери тепла вследствие неполноты сгорания топлива в цилиндрах двигателя происходят в результате недостатка воздуха при работе на обогащенных смесях и недостаточно хорошего перемешивания топлива с воздухом. Эти потери достигают 5%.

5. Потери тепла, затрачиваемые на работу трения и привод вспомогательных механизмов, составляют около 10%.

Таким образом, при работе двигателя с полной нагрузкой и большим числом оборотов распределение тепла можно характеризовать следующими данными (в %):

Тепло, превращенное в полезную работу (эффективную)	25
Потери с водой	25
Потери с отработавшими газами	35
Потери от неполноты сгорания топлива	5
Потери на работу трения и привод вспомогательных механизмов	10
Итого	100

Основным способом улучшения использования тепла, выделяемого при сгорании топлива, а следовательно, и увеличения мощности двигателя является повышение степени сжатия. При повышении степени сжатия уменьшается температура отработавших газов, а следовательно, и количество уносимого с ними тепла; несколько уменьшается и теплоотдача в охлаждающую воду ввиду уменьшения объема и поверхности камеры сгорания.

Большое значение имеет снижение потерь тепла на работу трения и приведение в действие вспомогательных механизмов. Эти потери увеличиваются с ростом числа оборотов. Если принять все эти потери за 100%, то они распределяются примерно следующим образом (в %):

Трение поршней	68
Трение в подшипниках	10
Механизм распределения	8
Магнето	7
Масляные насосы	3
Водяной насос	4
Итого	100

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Следовательно, основную часть этих потерь составляют потери на трение, которые зависят от теплового режима двигателя, качества смазки, материала деталей и удельных давлений на поверхностях трения.

Ниже будут рассмотрены основные мероприятия, направленные на улучшение наполнения двигателей горючей смесью и снижение непроизводительных потерь тепла, за счет чего достигается повышение мощности автомобильных двигателей, используемых для спортивных целей.

Изменения конструкции двигателей серийных автомобилей

Двигатели серийных автомобилей, принимающих участие в скоростных соревнованиях, должны иметь: стандартные рабочий объем, число цилиндров и систему газораспределения с нижним расположением клапанов. Эти ограничения предусматривают сохранение всех основных деталей двигателя и возможность его дальнейшей эксплуатации.

Основные допускаемые изменения в конструкции серийного двигателя сводятся к его форсировке и усовершенствованию систем охлаждения и смазки.

Под форсировкой двигателя понимается весь комплекс работ, направленный на повышение мощности.

Основными способами повышения мощности двигателя являются: повышение степени сжатия; усовершенствование впускного тракта для увеличения коэффициента наполнения; уменьшение сопротивления выпуску отработавших газов; регулировка карбюраторов на мощностной состав смеси и повышение интенсивности зажигания.

Перед форсировкой новый двигатель должен быть правильно обкатан для обеспечения хорошей приработки деталей шатунно-кривошипного механизма.

Обкатку двигателя можно производить на автомобиле, находящемся в эксплуатации, с соблюдением всех правил, указанных в заводской инструкции. Как показывает практика подготовки автомобилей к соревнованиям, продолжительность обкаточного пробега желательно увеличить не менее чем до 5000 км.

Повышение степени сжатия. Двигатели отечественных серийных легковых автомобилей имеют степень сжатия 6,2—6,7. Увеличение степени сжатия дает первоначально

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

резкий прирост мощности, который постепенно уменьшается с повышением степени сжатия.

На рис. 14 приведена кривая изменения индикаторной мощности двигателя с увеличением степени сжатия; наиболее быстрый рост мощности двигателя происходит в пределах увеличения степени сжатия до 9.

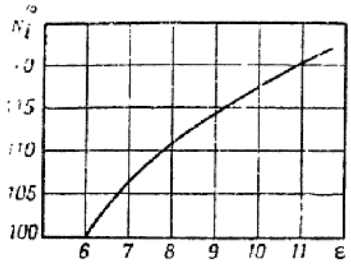


Рис. 14. Кривая изменения индикаторной мощности в зависимости от степени сжатия

Так как повышение степени сжатия связано с уменьшением объема камеры сгорания, то в двигателях с нижними клапанами повышение степени сжатия зависит от возможности получения меньшего объема камеры сгорания при одновременном обеспечении хорошего наполнения цилиндров горючей смесью.

Сокращение объема камеры сгорания в этих двигателях производят путем уменьшения толщины прокладки между головкой и блоком цилиндров, снятием слоя металла с плоской поверхности головки или изготовлением

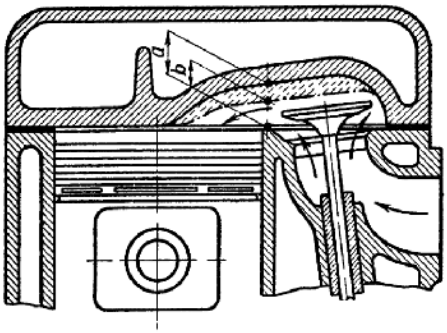


Рис. 15. Проходные сечения в камере сгорания при различных степенях сжатия:
а — при степени сжатия 6, *б* — при степени сжатия 8

новых головок. К последнему способу прибегают при большем увеличении степени сжатия.

Сфрезеровывание плоской поверхности головки уменьшает высоту камеры сгорания. При этом в двигателях с нижними клапанами уменьшается сечение для прохода

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

смеси из пространства над клапанами в полость цилиндра (рис. 15). Для увеличения проходного сечения прибегают к устройству углубления в блоке возле впускного клапана и устраняют порог, снимая часть верхней кромки цилиндра (рис. 16).

Для лучшего отвода тепла чугунные головки цилиндров заменяют алюминиевыми.

Поверхность камеры сгорания тщательно полируют.

Указанные мероприятия обеспечивают достаточное проходное сечение в пределах повышения степени сжатия примерно до 8. Дальнейшее увеличение степени сжатия для двигателей с нижними клапанами, даже при изготовлении новых головок цилиндров, приводит к значительному дросселированию, уменьшает наполнение и не дает желаемого эффекта.

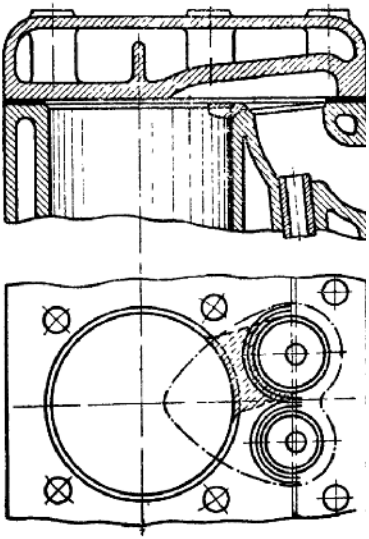


Рис. 16. Способы увеличения проходного сечения в камере сгорания

Замена стандартных прокладок головки блока необходима во всех случаях, так как они не обеспечивают достаточной плотности при повышенных давлениях в цилиндрах. Практика соревнований показывает, что сход автомобилей с дистанции часто происходит вследствие выхода из строя стандартных прокладок головки блока.

Стандартные прокладки лучше всего заменять прокладками из мягкой отожженной красной меди толщиною около 0,5 мм. Во избежание прорыва газов нужно производить равномерную затяжку всех шпилек крепления головки цилиндров блока, соблюдая при этом определенную последовательность, указываемую обычно в заводских инструкциях.

Повышение коэффициента наполнения. Увеличение мощности двигателя путем улучшения наполнения

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

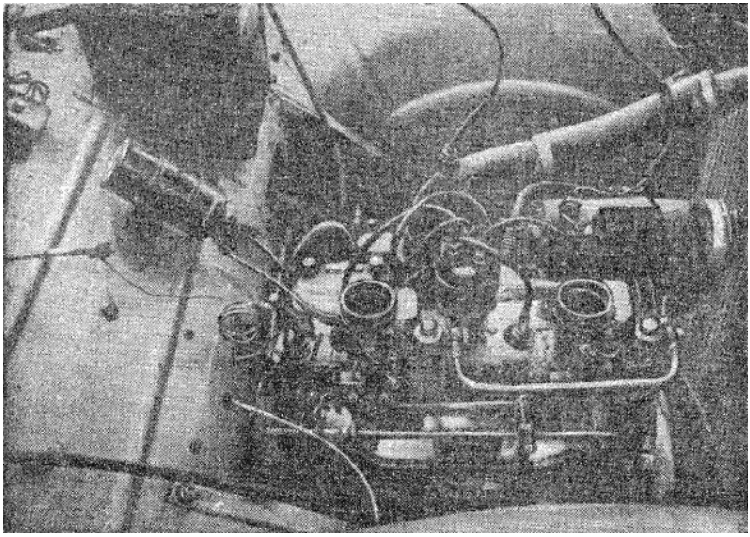


Рис. 17. Установка двух карбюраторов на автомобиле «Москвич»

цилиндров горючей смесью оценивается коэффициентом наполнения. Повышение коэффициента наполнения обеспечивается усовершенствованием впускного тракта и установкой нескольких карбюраторов — обычно один карбюратор на два цилиндра.

Впускные трубопроводы изготавливают вновь, при этом они должны иметь форму с плавными переходами от одного сечения к другому, без резких изгибов. Внутреннюю поверхность трубопроводов полируют для уменьшения потерь на трение смеси о неровности стенок. Впускные трубопроводы должны быть расположены так, чтобы подогрев их от выпускной системы был минимальным, так как увеличение температуры горючей смеси уменьшает ее плотность и снижает коэффициент наполнения.

Установка одного карбюратора на каждые два цилиндра улучшает распределение смеси по цилиндрам и уменьшает гидравлические потери. На рис. 17 показана установка двух карбюраторов на автомобиле «Москвич», а на рис. 18 — установка четырех карбюраторов на автомобиле ЗИС-110.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

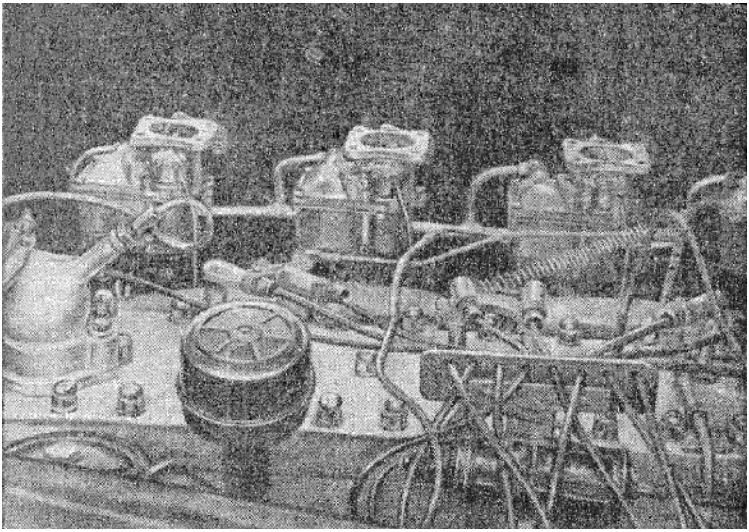


Рис. 18. Установка четырех карбюраторов на автомобиле ЗИС110

У четырехцилиндровых двигателей ставят по одному карбюратору на два соседних цилиндра, так что один карбюратор обслуживает 1 и 2-й, а другой 3 и 4-й цилиндры двигателя. У шестицилиндровых двигателей при установке двух карбюраторов одна линия питания обеспечивает работу первых трех цилиндров, а вторая — последующих трех цилиндров.

Для уменьшения пульсации потока смеси трубопроводы отдельных карбюраторов соединяются между собою балансирными трубками.

Как показал опыт соревнований, применение отдельных карбюраторов на каждые два цилиндра дает благоприятные результаты как в отношении повышения мощности, так и в отношении равномерности работы двигателя на повышенных режимах.

При работе на прикрытых дросселях и переменных режимах применение нескольких карбюраторов может привести к падению мощности, вызывая так называемые провалы характеристики. Это явление объясняется малой скоростью потока воздуха в диффузорах, так как суммарное сечение их значительно возрастает, что ведет к ухуд-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

шению смесеобразования (в четырехцилиндровом двигателе с двумя карбюраторами суммарное сечение возрастает вдвое).

Для предотвращения указанного явления устанавливают карбюраторы с меньшими проходными сечениями диффузоров. Такая установка применяется при соревнованиях на большие дистанции, так как в этом случае двигатель не может все время работать на режиме полной нагрузки, и водитель периодически изменяет режим работы двигателя в зависимости от рельефа дороги.

При установке двух и более карбюраторов на одном двигателе они должны иметь одинаковую регулировку. Тщательная регулировка может быть обеспечена при испытании двигателя на стенде.

Вследствие трудности обеспечения одинаковой регулировки на серийных двигателях не устанавливают большого числа карбюраторов, например по одному карбюратору на каждый цилиндр. Установка нескольких карбюраторов требует также синхронизированного управления ими от общего вала, связанного с педалью управления дроссельной заслонкой.

Помимо обработки внутренней поверхности впускного трубопровода, необходимо уменьшить сопротивление проходу горючей смеси в каналах блока и в сечении, закрываемом клапаном. При этом необходимо обеспечить точное совпадение отверстий во фланцах трубопроводов с отверстиями каналов блока цилиндров; имеющиеся выступы должны быть сглажены. Прокладки между фланцами трубопроводов и блоком цилиндров должны быть точно подогнаны и не должны иметь внутренних выступов. Направляющие втулки клапанов срезают заподлицо со стенками впускных каналов. Впускные каналы, выполняемые обычно двойными для пары соседних впускных клапанов, желательно разделить перегородками, чтобы создать отдельные каналы для каждого клапана. Диаметр впускного клапана увеличивают, соответственно заменяя его гнездо, благодаря чему увеличивается сечение для прохода горючей смеси в цилиндр.

Проходное сечение, образующееся при подъеме клапана, определяется кольцевой поверхностью между конической частью клапана и его гнездом (рис. 19). Площадь этого проходного сечения может быть определена по формуле:

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

$$f = \pi \cdot d \cdot h \cdot Cos\,\varphi,$$

где f — площадь проходного сечения, см^2;
h — средняя высота подъема клапана, см;
d — средний диаметр проходного сечения, см;
φ — угол фаски клапана.

Это сечение должно быть тем больше, чем выше число оборотов коленчатого вала двигателя.

При расчетах для одного литра рабочего объема ци линдра на каждые 1000 об/мин коленчатого вала при максимальной мощности двигателя площадь проходного сечения принимают равной 2,5 см^2. На основании указанных данных можно определить диаметр впускного клапана.

На форсированных двигателях М-20 устанавливают иногда впускные клапаны двигателя ЗИС-120 диаметром 45,5 мм. Угол фаски впускного клапана делают равным 30°, кромки тарелок клапанов, выступающие за габариты гнезд, обтачивают, а поверхность клапана тщательно полируют.

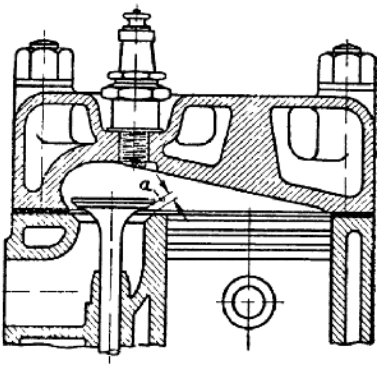


Рис. 19. Проходное сечение, образующееся при подъеме клапана

Фазы газораспределения обычно не изменяют, так как это потребовало бы изготовления нового распределительного вала. Тепловые зазоры между толкателем и клапаном оставляют обычными, но необходимо более надежно фиксировать регулировочное устройство, так как во время длительной напряженной работы могут быть случаи нарушения регулировки клапанов.

Улучшение наполнения цилиндров горючей смесью производят также путем подвода встречного потока воздуха к горловинам карбюраторов с помощью раструбов. На рис. 20 показаны короткие раструбы, одетые на входные патрубки карбюраторов. Эти раструбы направлены в сторону, где имеется наибольший скоростной напор воздуха.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

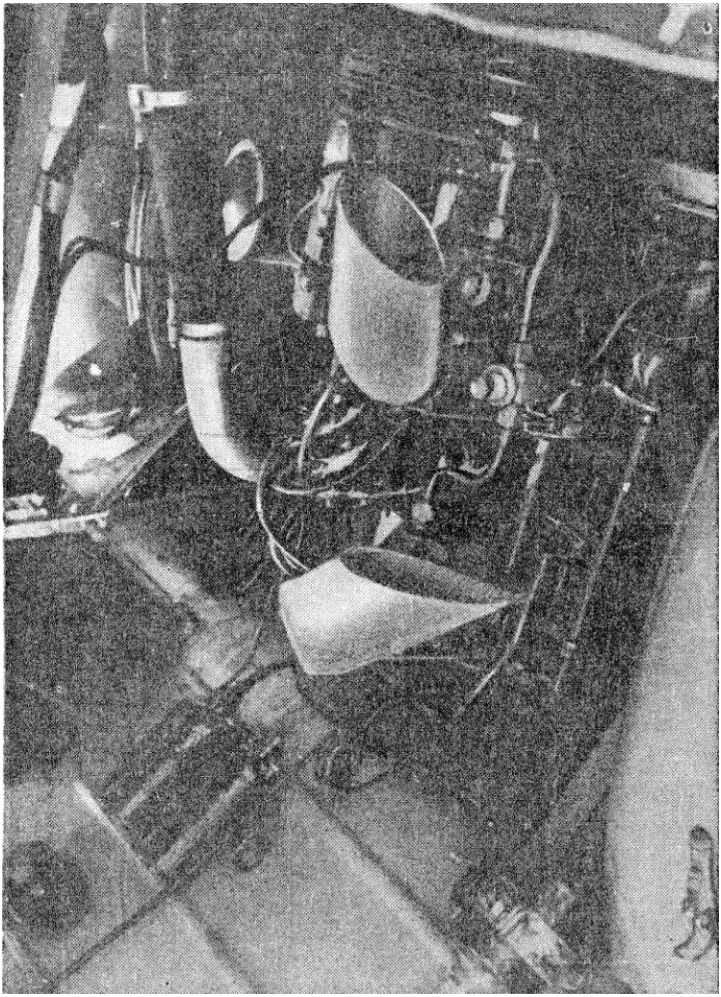


Рис. 20. Установка раструбов для использования встречного потока воздуха на автомобиле М-20

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

В тех случаях, когда разрешалось производить изменение внешней формы автомобиля, раструбы выводились наружу, для чего в капоте делались прорези или, например, использовалось отверстие снятой фары. В настоящее время наружные прорези в капоте двигателя делать не разрешается, поэтому раструбы помещают под капотом так, чтобы они забирали воздух в месте наибольшего напора его, создаваемого вентилятором, или располагают их сбоку радиатора навстречу потоку воздуха, проходящего через решетку облицовки радиатора.

Этот способ, называемый «естественным наддувом»*, дает незначительное увеличение давления во впускной системе, ню при этом к карбюратору направляется поток более холодного, плотного воздуха, что обеспечивает некоторое увеличение мощности двигателя.

Улучшение наполнения цилиндров двигателя может быть только при условии правильного подбора сечений раструбов, по которым подводится встречный поток воздуха. При неудачном выполнении раструбов, создающих большое сопротивление воздушному потоку, в особенности в местах изгибов раструбов, коэффициент наполнения не только не увеличивается, но даже уменьшается.

Изменения выпускной системы. Поступление горючей смеси в цилиндры будет тем больше, чем лучше полость цилиндров очищена от отработавших газов.

Для уменьшения сопротивления выпуску отработавших газов выпускной трубопровод выполняется в виде отдельных длинных патрубков для каждого цилиндра, плавно переходящих в общий трубопровод, удаленный от каналов в блоке. Этим устраняются дополнительные сопротивления, вызываемые перекрытием фаз выпуска соседних цилиндров.

Отработавшие газы выходят в начале такта выпуска под большим давлением и могут (если патрубки расположены близко) попасть в цилиндр, в котором такт выпуска в этот момент заканчивается и давление отработавших газов значительно ниже.

* «Естественный наддув» применяют на специально гоночных автомобилях с двигателями без нагнетателей, обладающих высокими скоростями движения. На некоторых гоночных автомобилях выносят карбюратор в сторону, чтобы направить по прямому раструбу встречный поток воздуха. Значительный эффект этот способ дает при карбюраторах с горизонтальным впускным патрубком.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Внутренние поверхности каналов и трубопроводов выпускной системы должны быть тщательно обработаны для устранения выступов и шероховатостей.

Наибольшее сопротивление выпуску отработавших газов оказывает глушитель. Наличие глушителя у форсированного двигателя приводит к потере мощности до 10%. Удаление перегородок в глушителе значительно снижает сопротивление выпуску отработавших газов. В настоящее время в скоростных соревнованиях допускается снятие глушителя с установкой прямой выпускной трубы, не доходящей до заднего моста автомобиля на 200—250 мм и не уменьшающей дорожный просвет. Такое удлинение выпускной трубы необходимо для обеспечения пожарной безопасности, так как при короткой выпускной трубе были случаи загорания пола кабины.

Во всех случаях выпускная система должна быть устроена так, чтобы выпуск отработавших газов производился параллельно полотну дороги, а не направлялся вертикально вниз.

Уменьшение внутренних потерь в быстроходном двигателе имеет особенно большое значение, так как эти потери значительно возрастают с увеличением числа оборотов коленчатого вала. К внутренним потерям относятся затраты мощности на трение в подшипниках и поршневой группе, а также на привод вспомогательных механизмов и вентиляционные потери.

Новые двигатели перед подготовкой к скоростным соревнованиям должны быть правильно обкатаны; двигатели, длительное время находившиеся в эксплуатации, должны быть специально проверены. При этом производится частичная разборка двигателя и проверяется качество установки коленчатого вала в коренных подшипниках, затяжка коренных и шатунных подшипников, наличие правильных зазоров. В результате проверки должно быть обеспечено легкое вращение коленчатого вала.

При проверке поршневой группы должны быть установлены требуемые зазоры между поршнем и стенками цилиндра. Желательно иметь одинаковый вес всех поршней и всех шатунов, так как это имеет большое значение для обеспечения равномерности вращения и уменьшения вибраций коленчатого вала.

Вентиляционными потерями являются затраты мощности на преодоление сопротивления воздуха, возникающего

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

в картере при быстром движении деталей шатунно-кривошипного механизма. Эти потери могут быть уменьшены полировкой поверхности щек коленчатого вала, и нижних головок шатунов, скруглением острых кромок.

Систему вентиляции картера также нужно проверить, так как повышенное давление в картере может вызвать дополнительные потери мощности.

Затраты мощности на привод вспомогательных механизмов могут достигнуть значительных величин, поэтому необходимо проверить правильность установки водяного и масляного насосов, вентилятора, генератора и т. п.

Наибольшая мощность затрачивается на привод вентилятора, поэтому на некоторых автомобилях, участвующих в скоростных соревнованиях, снимают вентилятор: Охлаждение радиатора оказывалось при этом вполне достаточным, так как при движении автомобиля с большой скоростью интенсивность встречного воздушного потока настолько велика, что вполне обеспечивает необходимый отвод тепла. Однако такой способ нельзя рекомендовать при переменных режимах движения.

Усовершенствование системы смазки. При длительном напряженном режиме работы двигателя необходима интенсивная подача масла к трущимся поверхностям и охлаждение самого масла.

Существующие масляные насосы обеспечивают необходимую подачу масла. Для охлаждения масла у серийных двигателей, применяемых для спортивных целей, увеличивают емкость масляной системы и обычно устанавливают масляные радиаторы. Лучшим способом для интенсивного охлаждения масла является последовательное включение масляного радиатора, т. е. такое, при котором все масло, подаваемое в магистраль, проходит через масляный радиатор. При этом необходимо увеличить пропускную способность масляного радиатора по сравнению с той, которую он имеет при обычном параллельном включении. Так как на большинстве серийных автомобилей, участвующих в скоростных соревнованиях, применяют масляные радиаторы типа ГАЗ-51, то одновременно включают два масляных радиатора, пропускающих масло па двум параллельным линиям к магистрали.

Охладительные устройства должны поддерживать температуру масла не выше 100—110°.

Наблюдение за температурой масла производится

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

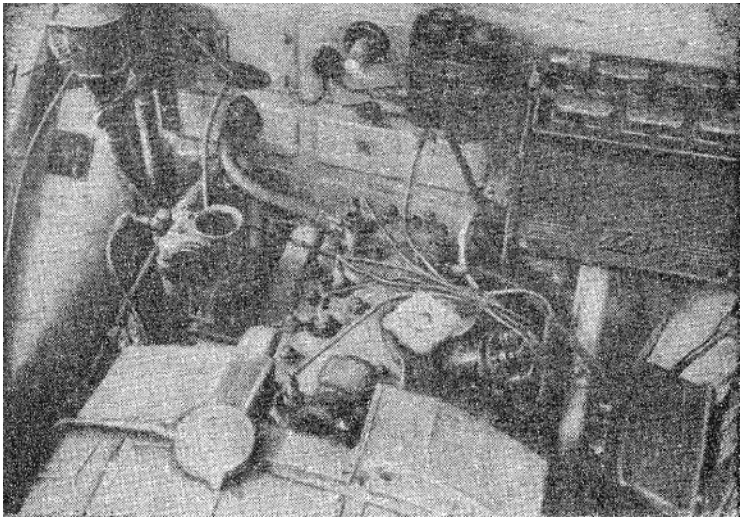


Рис. 21. Устройство для быстрой заливки масла в двигатель

с помощью дистанционного термометра, датчик которого располагается в средней части картера, несколько ниже уровня масла.

Увеличение емкости картера часто выполняют путем приваривания к картеру дополнительного бачка. У двигателей типа М-20 емкость картера увеличивают до 8—9 л. Для улучшения охлаждения картера к его днищу приваривают ребра. В некоторых случаях производят водяное охлаждение картера, для чего к его днищу приваривают трубки, по которым циркулирует вода из общей системы охлаждения двигателя.

Для увеличения количества масла, направляемого в магистраль, часто применяют выключение фильтра тонкой очистки. Однако такое выключение нежелательно при соревнованиях на большие дистанции, когда хорошая очистка масла во время работы двигателя имеет особенно большое значение.

Значительный расход масла во время соревнований на длительные дистанции требует пополнения запаса масла в картере. Для пополнения запаса масла в картере без остановки автомобиля на некоторых автомобилях устанав-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

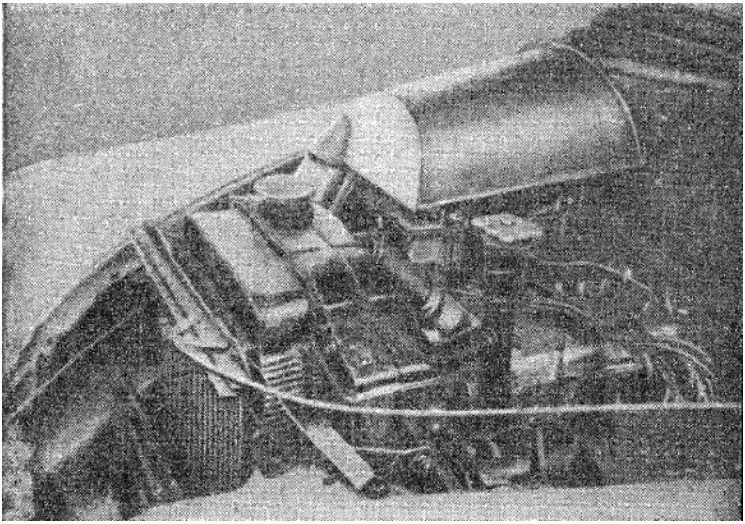


Рис. 22. Установка дополнительного радиатора для увеличения емкости системы охлаждения

ливают специальный шланг, один конец которого соединен с картером, а другой — выведен в кабину. Во время движения автомобиля механик шприцем вводит масло в шланг и оно поступает в картер двигателя. На рис. 21 показано устройство для быстрой заливки масла, установленное под капотом двигателя.

Система охлаждения должна обеспечивать поддержание наивыгоднейшего теплового режима при длительной работе двигателя с полной нагрузкой. Температура воды в рубашке блока цилиндров должна быть 90°.

Для отвода большого количества тепла у форсированного двигателя увеличивают емкость системы охлаждения. При этом устанавливают дополнительный радиатор (рис. 22), увеличивают объем верхнего бачка основного радиатора и включают дополнительные секции. В первое время использования автомобилей М-20 для спортивных целей производилось включение системы отопления как дополнительной емкости, хотя это и вызывало увеличение температуры в кабине, и так достаточно высокой в летнее время.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

При средних степенях форсировки двигателя система охлаждения автомобиля М-20 в большинстве случаев обеспечивает поддержание необходимого теплового режима двигателя.

В последних всесоюзных автомобильных соревнованиях многие автомобили, имеющие двигатели со степенями сжатия до 7,5, не имели дополнительных емкостей в системе охлаждения. На автомобилях М-20, имевших дополнительные радиаторы, емкость системы охлаждения увеличивалась до 12—12,5 л. На автомобилях «Москвич» емкость системы охлаждения сохранялась стандартной.

Для уменьшения сопротивления циркуляции воды термостат из системы охлаждения удаляется.

Регулировка карбюратора на мощностной состав смеси. Максимальная мощность двигателя может быть получена на обогащенной смеси. Наилучшие результаты дает смесь, обогащенная на 12—15% (α =0,88—0,85).

Существующие стандартные карбюраторы позволяют производить регулировку состава горючей смеси в довольно широких пределах.

В карбюраторах типа К-22А автомобилей М-20 обогащение смеси достигается вывертыванием обогатительной иглы главного жиклера, а также увеличением производительности самих жиклеров.

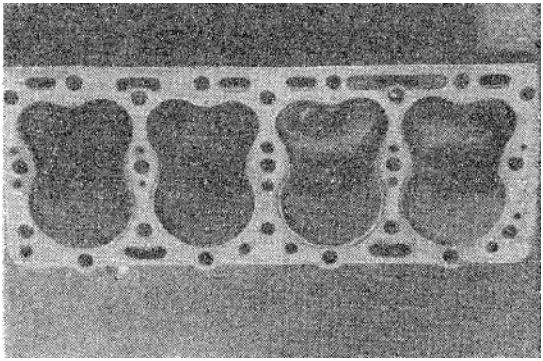
В карбюраторах К-24 автомобилей «Москвич» увеличивают производительность главного жиклера, а также изменяют регулировку жиклера мощности путем изменения сечения его конической иглой.

При работе форсированного двигателя с полной нагрузкой на обогащенной смеси необходимо обеспечить подачу большего количества топлива в поплавковую камеру карбюратора. В связи с этим следует проверить производительность топливного насоса, которая должна быть увеличена по сравнению с принятой для обычных условий эксплуатации.

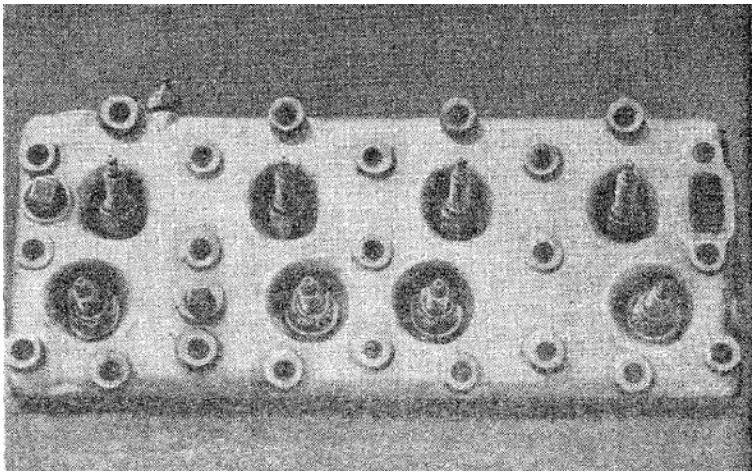
Необходимо тщательно проверить состояние топливопроводов, так как малое их сечение, наличие перегибов и сужений может быть причиной недостаточной подачи топлива. Вся топливоподающая система должна быть очищена от всяких загрязнений.

Топливный бак должен быть тщательно промыт, а заливаемое в него топливо хорошо профильтровано.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru



а



б

Рис. 23. Специальная головка, приспособленная для установки двух свечей на один цилиндр:
а — вид головки снизу, б — вид головки сверху

Усовершенствование системы зажигания. В большинстве случаев на серийных автомобилях, участвующих в скоростных соревнованиях, сохраняется батарейная система зажигания, но на отдельных автомобилях производят иногда существенные изменения.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Рис. 24. Ротор распределителя тока высокого напряжения с двумя токоразносными пластинками

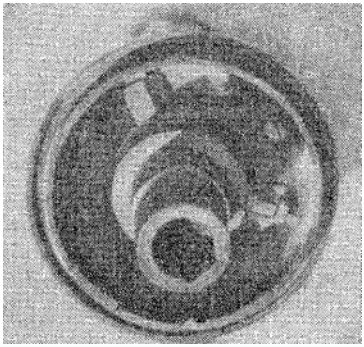


Рис. 25. Установка ротора в крышке распределителя

Наиболее существенным изменением является установка двойной системы зажигания (с двумя свечами на каждый цилиндр). Горьковский автозавод имени Молотова установил двойную систему зажигания на автомобилях М-20, принимавших участие во Всесоюзных автомобильных соревнованиях 1952 г.

В камере сгорания устанавливалось по две свечи (рис. 23), одна свеча имела обычное расположение над впускным клапаном, а другая устанавливалась над поршнем под углом 60° к вертикали. Такое расположение обеспечивало более быстрое и равномерное сгорание рабочей смеси.

Каждый ряд свечей питался током высокого напряжения от отдельной токоразносной пластины сдвоенного распределителя, выполненного из обычного распределителя. На общем вертикальном валу распределителя установлены два ротора с двумя токоразносными пластинами (рис. 24 и 25); один ротор имеет изогнутую токоразносную пластину. Крышка распределителя с восемью контактами использована от восьмицилиндрового двигателя ЗИС-110. Подача тока в обе свечи одного цилиндра производится синхронно.

При увеличении числа оборотов форсированных двигателей необходимо усиление пружин прерывателей. Обычно для этого устанавливают дополнительную пружину на рычажке прерывателя.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

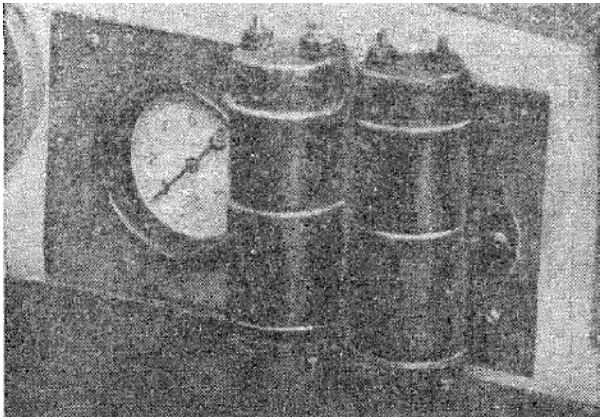


Рис. 26. Установка двух катушек зажигания на автомобиле М-20

Катушки зажигания сохранялись стандартными; для увеличения надежности системы зажигания обычно устанавливают по две катушки зажигания. Вторая катушка зажигания является запасной; она располагается так, чтобы при неисправности основной катушки ее можно было быстро включить в цепь. Установка двух катушек зажигания на автомобиле М-20 показана на рис. 26.

Большое влияние на работу системы зажигания имеет правильный подбор свечей в соответствии с их тепловой характеристикой.

Учитывая повышение напряженности теплового режима двигателей скоростных автомобилей, необходимо устанавливать свечи с более высоким калильным числом.

При повышении степени сжатия до 8—8,2 нужно устанавливать свечи с калильным числом 225—240. Этим условиям удовлетворяют свечи ВКС-9 и ВКС-12, а также свечи авиационного типа. При меньших степенях сжатия, около 7—7,5, достаточную надежность в гонках на длительную дистанцию показали свечи типа НА12/15АГ, обычно применяемые на двигателе автомобиля ЗИМ.

При установке свечей необходимо следить за тем, чтобы длина ввертываемой части свечи соответствовала бы длине резьбы в отверстии головки цилиндров. Если остается неиспользованная часть резьбы в отверстии головки, она должна быть удалена, так как может явиться источником калильного зажигания.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Характеристика двигателей автомобилей М-20 и

Марка автомобиля	Занятое место	Двигатель				Система питания	
		Мощность, л. с.	Число оборотов в минуту	Рабочий объем цилиндров, л.	Степень сжатия	Количество карбюраторов, их тип и изменения	Способ подачи воздуха в карбюратор
М-20	1	*	*	2,46	7,2	2, К-22А	Открытая горловина
М-20	2	*	*	2,49	7,5	2, К-22А	То же
М-20	3	78	3800	2,49	7,5	2, К-22А	Забор воздуха перед радиатором сверху
М-20	4	78	3800	2,49	7,0	2, К-22А	То же
М-20	5	78	3800	2,49	7,0	2, К-22А	»
«Москвич»	1	34	4200	1,19	6,8	1, К-25 диффузор ∅23 мм	Открытая горловина
«Москвич»	2	31	4200	1,19	6,8	1, К-25 диффузор ∅ 23 мм	То же
«Москвич»	3	*	*	1,136	8.0	2, К-25	Забор воздуха из фальшрадиатора

* Данные не уточнены, так как стендовых испытаний двигателя

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Таблица 5

«Москвич», занявших лучшие места в соревнованиях 1951 г.

Система смазки				Количество и тип свечей	Система охлаждения
Сорт топлива	Емкость, л	Способ охлаждения масла	Сорт масла		
Б-100	8	Увеличен картер и установлен масляный радиатор	ГОСТ 3829-47	2 свечи на 1 цилиндр (1 шт. 10 мм и 1 шт. 18 мм)	2 радиатора
Б-100	8	То же	ГОСТ 3829-47	НМ 12/10 8 шт.	Без изменения
А-74 50% и Б-89 50%	6	Масляный радиатор ГАЗ-51. Дополнительный бачок масла емкостью 1,5 л	СУ	1 шт. на цилиндр НА 12/15АГ	Емкость 12 л; радиатор увеличен
А-74 50% и Б-89 50%	6	То же	СУ	1 шт. на цилиндр НМ 12/8 АУ	То же
А-74 50% и Б-89 50 %	6	»	СУ	1 шт. на цилиндр НА 12/15 АГ	»
А-74	3	Масляный радиатор установлен перед основным радиатором	Автол 10 и 4,3% присадки ЦИАТИМ 336	1 шт. на цилиндр НА-14А	Емкость 6 л; радиатор стандартный
А-74	3	То же	Автол 10 и 4,3% присадки ЦИАТИМ 336	То же	То же
Б-78 60% Б-95 20% и А-70 20%	3,3	»	СУ	»	»

не производилось.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

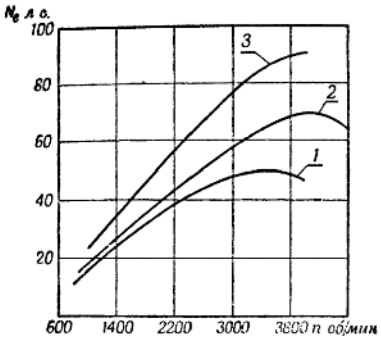


Рис. 27. Кривые скоростных характеристик двигателей типа М-20 с разными степенями сжатия:
1 — серийный двигатель; *2* — двигатель со степенью сжатия 8,2; *3* — двигатель с верхними впускными клапанами, степенью сжатия 9 и увеличенным рабочим объемом до 2,49 л

Все рассмотренные способы повышения мощности двигателя обеспечивают сдвиг максимума мощности в сторону большего числа оборотов.

На рис. 27 представлены кривые скоростных характеристик нескольких двигателей типа М-20 с различными степенями сжатия, полученные в результате стендовых испытаний.

В табл. 5 и 6 приводятся основные данные по двигателям автомобилей М-20 и «Москвич», занявших лучшие места во Всесоюзных автомобильных соревнованиях 1951 и 1952 гг.

Таблица 6

Данные по двигателям автомобилей М-20 и «Москвич», занявших лучшие места в соревнованиях 1952 г.*

Марка автомобиля	Занятое место	Степень сжатия	Количество и тип карбюраторов	Способ охлаждения масла	Изменения в системе зажигания	Тип свечей
М-20	1	7,0	2, К-22А	Масляный радиатор типа ГАЗ-51	2 катушки зажигания	НА 12/15АГ
М-20	2	7,4	2, К-22А	То же	Двойное зажигание	НА 12/15АГ и Т7/11А
М-20	3	7,0	2, К-22А	»	То же	НА 12/15АГ
М-20	4	7,2	2, К-22А	»	2 катушки зажигания	ВКС
М-20	5	6,8	2, К-22А	»	Двойное зажигание	ВКС
«Москвич»	1	6,72	К-25	Масляный радиатор	—	НА 11/11АУ
«Москвич»	2	6,66	К-25	То же	—	НА 11/11АУ
«Москвич»	3	6,37	К-25	»	—	НА 11/11АУ

* Все двигатели имели стандартный рабочий объем цилиндров.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Реконструкция серийных двигателей спортивных и гоночных автомобилей, построенных на базе стандартных агрегатов

Для спортивных и гоночных автомобилей, построенных на базе стандартных агрегатов, применяются серийные двигатели с более высокой степенью форсировки, иногда подвергаемые значительной реконструкции.

Согласно принятым Комитетом по делам физкультуры и спорта при Совете Министров СССР правилам для спортивных автомобилей, допускаются различные изменения конструкции серийных двигателей, за исключением изменения числа цилиндров, увеличения рабочего объема и установки нагнетателей.

Как было указано, основными способами повышения мощности серийных двигателей являются увеличение степени сжатия и наполнение цилиндров горючей смесью. Это может быть достигнуто при применении на серийных двигателях головок цилиндров с верхними клапанами.

Головка цилиндров с верхними клапанами дает возможность получить более рациональную форму камеры сгорания и расположить клапаны над полостью цилиндра. Вследствие этого при увеличении степени сжатия (а следовательно, уменьшении объема камеры сгорания) не суживаются сечения для прохода горючей смеси в самой камере сгорания; при этом уменьшается сопротивление впуску. Улучшение формы камеры сгорания снижает опасность появления детонации.

Верхнее расположение клапанов дает возможность: увеличить их проходное сечение, обеспечить создание каналов более выгодной формы, позволяет располагать впускной и выпускной трубопроводы с разных сторон двигателя и этим устранить вредное влияние подогрева горючей смеси. Все перечисленные факторы способствуют уменьшению сопротивления впускного тракта и повышению наполнения цилиндров горючей смесью.

Наиболее простой конструкцией является головка с верхними впускными клапанами и нижними выпускными, расположенными в блоке цилиндров. Примером такой конструкции является головка с верхними впускными клапанами, разработанная в НАМИ для двигателя М-20.

На рис. 28 представлен поперечный разрез двигателя М-20 с головкой конструкции НАМИ. Впускные клапаны

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

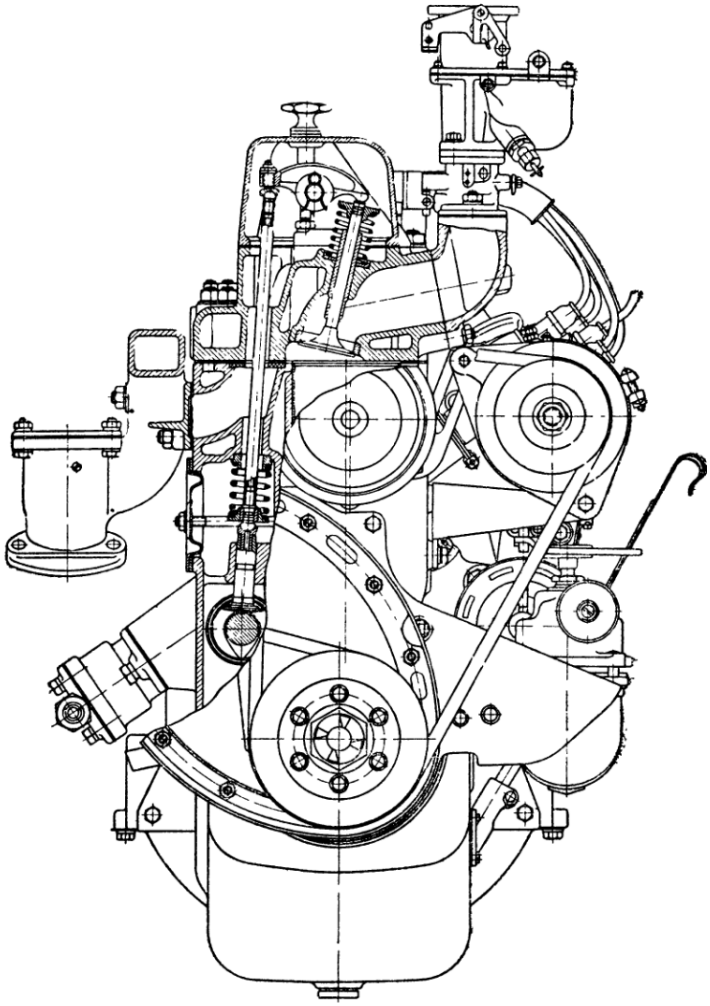


Рис. 28. Поперечный разрез двигателя М-20, имеющего головку с верхними впускными клапанами

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

расположены в головке цилиндров с небольшим наклоном к вертикальной оси. Привод клапанов осуществляется от стандартного распределительного вала, расположенного в блоке цилиндров, через толкатели, штанги и коромысла.

Головка цилиндров — литая, из алюминиевого сплава, с запрессованными вставными гнездами клапанов из жароупорной стали. Впускные каналы в головке цилиндров — отдельные для каждого цилиндра, причем поперечное сечение их постепенно переходит от прямоугольного к круглому.

Блок цилиндров имеет незначительные изменения: 1) установлены заглушки на выходе впускных каналов (вверху блока); в заглушках имеются отверстия для свободного прохода штанг толкателей и 2) входные отверстия впускных каналов (сбоку блока) закрыты чугунными крышками.

Впускной и выпускной трубопроводы изготовлены заново. Вместо общего выпускного трубопровода изготовлены отдельные патрубки, по которым отработавшие газы отводятся в выпускную трубу. Как видно из рисунка, впускной и выпускной трубопроводы расположены с разных сторон двигателя.

Для упрощения изготовления головки цилиндров с верхними впускными клапанами для двигателя М-20 многие детали использованы от других двигателей. Впускные клапаны изготовлены из впускных клапанов двигателя ЗИС-120 путем укорочения их стержней и уменьшения диаметра тарелки до 48 мм; угол фаски 30°. Клапанные пружины, расположенные в головке цилиндров, взяты от двигателя ЗИС-110.

При работе двигателя на больших оборотах появляются значительные инерционные усилия. При этом для сохранения кинематической связи в клапанном механизме штанга и толкатель дополнительно нагружена второй стандартной пружиной, расположенной в блоке цилиндров.

Смазка коромысел верхнеклапанного механизма осуществляется маслом, поступающим через отверстие в толкателе и внутреннюю полость трубчатой штанги.

Расположение и привод выпускных клапанов остаются стандартными.

Стендовые испытания двигателя М-20 с такой головкой цилиндров показали хорошие результаты. Максимальная

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

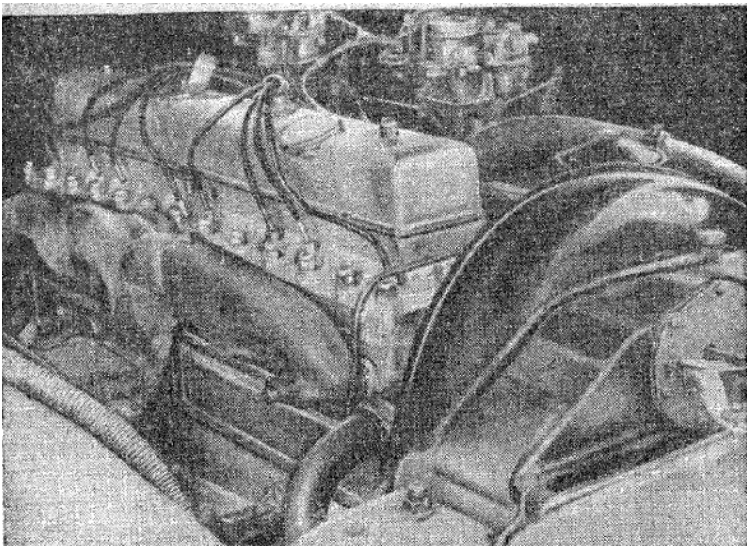


Рис. 29. Двигатель ЗИС-110 с верхними впускными клапанами

мощность двигателя достигала 91 л. с. при 4000 об/мин*. Установка двигателя с верхними впускными клапанами на серийный автомобиль обеспечила значительное улучшение его динамических качеств.

Аналогичная конструкция головки была разработана Московским автозаводом имени Сталина для двигателя ЗИС-110, установленного на автомобиле с двухместным спортивным кузовом (рис. 29), а также на Московском заводе малолитражных автомобилей для двигателя «Москвич» с рабочим объемом 1,19 л. При испытаниях на стенде двигатель развивал мощность до 38 л. с.

Всестороннюю проверку автомобили, снабженные двигателями с верхними впускными клапанами, не прошли, так как в соревнованиях 1952 г. такие двигатели не допускались к установке на серийные автомобили.

Значительное увеличение числа оборотов коленчатого вала двигателя требует изменения профиля кулачка, а следовательно, нового распределительного вала. Вслед-

* Следует учитывать, что рабочий объем цилиндров двигателя был увеличен до 2,49 л, но это повышение рабочего объема двигателя дает увеличение мощности не более чем на 15%.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

ствие сложности изготовления таковых у большинства серийных двигателей распределительные валы сохраняются стандартными при установке головок с верхними клапанами.

При разработке конструкции головок цилиндров с верхними клапанами, приводимыми в движение посредством штанг и коромысел от стандартного нижнего распределительного вала, возникает ряд трудностей.

Вследствие увеличения массы деталей, движущихся возвратно-поступательно, при большом числе оборотов возникают значительные инерционные усилия, вызывающие отставание толкателя и клапана от кулачка, что приводит к нарушению фаз газораспределения. Для уменьшения этих инерционных усилий помещают распределительный вал в головке цилиндров. При этом размеры и вес деталей, передающих усилия от кулачка к клапану, резко сокращаются.

В некоторых случаях в головке цилиндров располагают два распределительных вала, один из которых приводит в действие впускные клапаны, а другой — выпускные. Привод распределительных валов осуществляется бесшумной цепью. Примером такой реконструкции серийного двигателя М-20 является двигатель, установленный на автомобиле «Харьков-6»; цепной привод верхних распределительных валов осуществляется звездочкой, расположенной на нижнем распределительном валу.

Кроме изменения конструкции распределительного механизма и впускного тракта в серийных двигателях, подвергнутых высокой степени форсировки, изменяется также система смазки и повышается емкость системы охлаждения.

Наибольшее распространение для двигателей гоночных автомобилей получает система смазки с сухим картером. При такой системе масло откачивается из картера в масляный бачок специальным масляным насосом; другой насос нагнетает масло через фильтр грубой очистки в магистраль двигателя.

При реконструкции серийных двигателей используется существующий масляный насос, но добавляются одна или две секции.

На двигателе автомобиля «Харьков-6» установлен трехсекционный масляный насос. Две секции этого насоса работают как откачивающие, а третья как нагнетающая.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Число откачивающих секций делается иногда большим, чем число нагнетающих секций, чтобы обеспечить более быстрый отвод масла из картера в масляный бак.

В некоторых случаях число откачивающих и нагнетающих секций остается одинаковым, но шестерни откачивающих насосов при том же диаметре начальной окружности имеют большую длину зуба, чем шестерни нагнетающих насосов. В соответствии с этим увеличивают длину вала масляного насоса и изменяют его корпус.

При столь значительной реконструкции серийного двигателя сохраняется только блок цилиндров и детали шатунно-кривошипного механизма.

Подвергнутые реконструкции и снабженные верхними распределительными валами, серийные двигатели позволяют получить значительно более высокую литровую мощность: около 40—45 л. с./л против 35—37 л. с./л при установке головки с верхними клапанами и нижним распределительным валом и 30—34 л. с./л у обычно форсированного двигателя с нижними клапанами.

В некоторых случаях для спортивных автомобилей строят специальные двигатели, которые представляют собою промежуточный тип между серийными и гоночными двигателями.

В большинстве случаев — это 4- или 6-цилиндровые двигатели, в отдельных случаях 8- или 12-цилиндровые.

По сравнению с серийными двигателями легковых автомобилей специальные спортивные двигатели имеют усиленный шатунно-кривошипный механизм, допускающий большие нагрузки на его детали и позволяющий давать более высокую степень форсировки.

Обычно степень сжатия специальных двигателей спортивных автомобилей составляет 8,5—9,5. Дальнейшее повышение степени сжатия нецелесообразно для спортивных автомобилей, так как оно потребовало бы применения специальных топлив (смесей со значительным содержанием метанола), расход которых весьма значителен. Для спортивных автомобилей, предназначенных в основном для соревнований на большие дистанции, расход топлива имеет существенное значение как с точки зрения экономичности, так и с точки зрения необходимости увеличения запаса топлива.

При конструировании специальных двигателей для спортивных автомобилей принимают верхнеклапанный ме-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

ханизм распределения с верхним расположением одного или двух распределительных валов*.

Спортивные двигатели имеют систему смазки под давлением, обычно с «сухим картером», и оборудуются устройством для охлаждения масла.

Охлаждение двигателей, как правило, водяное, с принудительной циркуляцией воды и увеличенной емкостью всей системы.

В системе зажигания преобладает установка магнето.

Иногда специальные двигатели для спортивных автомобилей выполняют на базе гоночных двигателей, но с соответствующим уменьшением их форсировки.

Двигатели гоночных автомобилей

Двигатели гоночных автомобилей являются высокофорсированными двигателями. Литровая мощность двигателей гоночных автомобилей новейших моделей достигает 300 л. с./л. Получение наибольшей литровой мощности является основной задачей при создании двигателя гоночного автомобиля. При этом двигатель должен обеспечивать хорошую приемистость, возможность устойчиво работать на различных режимах, иметь наименьший вес и высокую надежность.

Для получения наибольшей литровой мощности применяются различные способы, вплоть до установки нагнетателей.

При установке нагнетателя резко изменяется характеристика двигателя, увеличивается мощность, при этом происходит сдвиг максимума ее в сторону большего числа оборотов, т. е. повышается быстроходность двигателя. В то же время при установке нагнетателя увеличиваются давления конца сжатия и сгорания, а следовательно, возрастает нагрузка на детали шатунно-кривошипного механизма.

На дорожно-гоночных автомобилях применяются двигатели с нагнетателями и без нагнетателей.

Согласно действующим международным правилам, устанавливаются определенные соотношения между рабочими объемами двигателей автомобилей без нагнетателей

* Подробно конструктивные схемы верхнеклапанного механизма распределения будут рассмотрены в разделе двигателей гоночных-автомобилей.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

и с нагнетателями, причем рабочий объем двигателей автомобилей без нагнетателей может быть больше в 3—4 раза. Эти особые условия способствуют развитию конструкции двигателей без нагнетателей для дорожно-гоночных автомобилей. На рекордно-гоночных автомобилях применяют исключительно двигатели, снабженные нагнетателями, дающие значительно большую литровую мощность.

В настоящее время существует очень много типов двигателей для гоночных автомобилей.

Тип двигателя определяется в зависимости от того, для какого автомобиля он предназначен (дорожно-гоночного или рекордно-гоночного), к какому классу он относится (по рабочему объему), предполагается ли установка нагнетателя.

В соответствии с типом двигателя выбирается число и расположение цилиндров, их размеры, степень сжатия, схема устройства системы распределения, смазки и охлаждения и ряд других конструктивных факторов.

Для рекордно-гоночных автомобилей «старших» классов и дорожно-гоночных автомобилей, снабженных нагнетателями класса до 1500 $см^3$*, строятся главным образом многоцилиндровые двигатели с V-образным расположением цилиндров.

Многоцилиндровые V-образные двигатели строятся в настоящее время также и для дорожно-гоночных автомобилей без нагнетателей «средних» и «старших» классов.

Для рекордно-гоночных автомобилей «младших» классов (250, 350 и 500 $см^3$) строятся малолитражные гоночные двигатели, снабженные нагнетателями, близкие по конструкции к двигателям гоночных мотоциклов; в некоторых случаях применяются двухтактные двигатели.

Для малолитражных дорожно-гоночных автомобилей (класса до 500 $см^3$) характерно применение спортивных двигателей без нагнетателей мотоциклетного типа. В международных соревнованиях автомобили этого класса принимают в последнее время большое участие.

Ниже рассмотрим наиболее характерные примеры конструкции двигателей указанных типов.

* Большой рабочий объем двигателей, снабженных нагнетателями, для дорожно-гоночных автомобилей по международным правилам не допускается.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

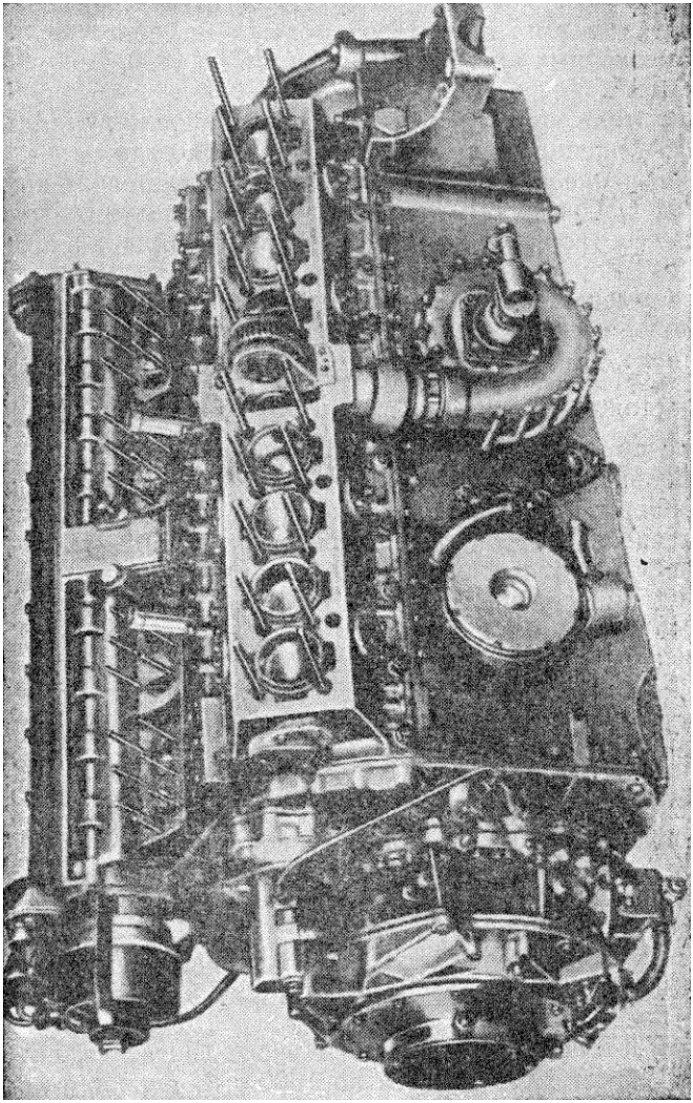


Рис. 30. Общий вид 16-цилиндрового V-образного гоночного двигателя с нагнетателем со снятой головкой одного ряда цилиндров

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Двигатели, снабженные нагнетателями. Двигатели с нагнетателями дорожно-гоночных автомобилей класса до 1500 $см^3$ являются технически весьма совершенными, развивающими наиболее высокую литровую мощность. Конструкция этих двигателей похожа на двигатели рекордно-гоночных автомобилей классов до 1500, 2000, 3000 и 5000 $см^3$.

Двигатели этого типа имеют большое число цилиндров (12—16), расположенных V-образно в два ряда.

Увеличение числа цилиндров сопровождается уменьшением их рабочего объема, что позволяет получить оптимальное соотношение между диаметром цилиндра и ходом поршня.

Для уменьшения скорости движения поршня строят короткоходные двигатели с небольшим отношением хода поршня s к диаметру цилиндра d.

В настоящее время отношение $\frac{s}{d}$ для многих двигателей гоночных автомобилей меньше единицы.

Основная трудность при создании многоцилиндровых высокооборотных двигателей гоночных автомобилей заключается в устройстве высокоэффективной системы газораспределения, способной обеспечить хорошее наполнение цилиндров горючей смесью на всем диапазоне числа оборотов при работе двигателя во время соревнований. Эта задача решается путем усовершенствования верхнеклапанного механизма распределения, создания камеры сгорания полусферической формы (наивыгоднейшей как с точки зрения протекания процесса горения, так и в отношении расположения клапанов), максимального увеличения проходных сечений, перекрываемых клапанами.

Улучшение наполнения обеспечивается также увеличением давления наддува, создаваемого нагнетателем. В настоящее время давление наддува у некоторых двигателей достигает 3 $кг/см^2$.

В результате конструктивного усовершенствования двигателей гоночных автомобилей резко улучшились их параметры.

Примером конструкции современного двигателя, снабженного нагнетателем класса до 1500 $см^3$, является двигатель дооржно-гоночного автомобиля, изображенный на рис. 30. Двигатель — 16-цилиндровый, V-образный, цилиндры расположены под углом 135°.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Таблица 7

Рост мощности и числа оборотов коленчатого вала двигателей гоночных автомобилей класса 1500 см^3 (с нагнетателями)

Годы выпуска автомобиля	Максимальная мощность, л. с.	Число оборотов в минуту	Литровая мощность, л. с./л.
1931—1935	120—130	5500—6000	85
1936—1937	150—160	7000—7500	105
1938—1939	170—200	7500—7800	125
1940	210—230	7800—8500	145
1948—1949	240—250	8500—9000	165
1950—1951	260—270	9000—9500	180

Верхняя половина картера и блок цилиндров отлиты заодно целое, из алюминиевого сплава. В цилиндры вставлены мокрые (омываемые водой) гильзы из специального чугуна с высоким сопротивлением разрыву. Гильзы прижаты головками цилиндров. Для сохранения водонепроницаемости в нижней части гильз применяются непреновые уплотняющие кольца.

Головки цилиндров — литые, из алюминиевого сплава, по одной на каждые четыре цилиндра. Для равномерного распределения нагрузки от давления в цилиндрах на шпильки одеваются секционные зажимы. Поршни изготовляются из алюминиевого сплава путем обточки поковок. Шатуны — кованые, из хромоникелевой стали.

Коленчатый вал расположен в нижней половине картера, отлитой из магниевого сплава. Коленчатый вал имеет десять коренных подшипников. Коренные и шатунные подшипники имеют тонкостенные вкладыши из бронзового сплава. Крышки подшипников крепят сбоку болтами к подушкам коренных подшипников дополнительно к обычным вертикальным шпилькам (рис. 31).

Короткий ход поршня (48,26 мм) дает возможность работать двигателю с очень высоким числом оборотов. При максимальном числе оборотов — 12 000 в минуту — скорость поршня составляет только 19 м/сек.

При дорожных соревнованиях двигатель работает при числе оборотов от 6000 до 12 000 в минуту. Вследствие высокого числа оборотов, развиваемого коленчатым валом двигателя, введена промежуточная передача с отношением 2:1.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Посередине коленчатого вала расположены двойные цилиндрические шестерни, которые приводят в действие центробежный водяной насос, масляные насосы и расположенный впереди двухступенчатый нагнетатель.

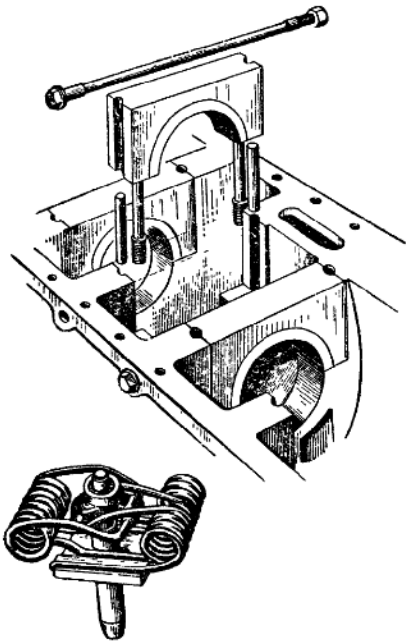


Рис. 31. Крепление коренных подшипников и шпилечная пружина

Масляные насосы — шестеренчатого типа (два откачивающих и два нагнетающих), с высокой общей производительностью до 90 л/мин при рабочем давлении масла 3,5 кг/см^2. Каждый ряд цилиндров имеет отдельное распределение с верхними валами.

В головке каждого ряда цилиндров устанавливается два распределительных вала, один из которых приводит в действие впускные, а другой — выпускные клапаны. Привод клапанов осуществляется коромыслами. Пружины клапанов — двойные, шпилечные с переменным шагом. Распределительные валы установлены в роликовых подшипниках, причем каждая пара валов приводится в действие отдельной системой цилиндрических шестерен.

V-образные двигатели без нагнетателей. Общая компановка и конструкция двигателей без нагнетателей дорожно-гоночных автомобилей зависит от их рабочего объема.

Для двигателей большого рабочего объема (2000—5000 см^3)* в последнее время стало характерным применение многоцилиндровых V-образных конструкций.

* Дорожно-гоночные автомобили с двигателями большого рабочего объема строят сравнительно редко, поэтому для гоночных автомобилей рабочий объем порядка 2000—5000 см^3 считается в настоящее время большим.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Двигатели среднего рабочего объема имеют обычно четыре или шесть цилиндров, расположенных в один ряд.

Двигатели малого рабочего объема, как правило, имеют не более четырех цилиндров, причем во многих случаях принимается горизонтальное противолежащее расположение цилиндров.

Двигатель с горизонтально противолежащими цилиндрами имеет следующие преимущества: возможность удобного расположения на автомобиле, малую высоту, хорошее уравновешивание сил инерции и возможность использования воздушного охлаждения.

Развитие многоцилиндровых V-образных конструкций двигателей большого рабочего объема объясняется следующими обстоятельствами:

1. Увеличение числа цилиндров при том же рабочем объеме двигателя позволяет уменьшить размеры отдельных цилиндров.

При уменьшении диаметра цилиндра улучшается отвод тепла, снижаются тепловые напряжения, что позволяет увеличивать степень сжатия и тем самым повышать эффективность работы двигателя.

2. Увеличение числа цилиндров обеспечивает лучшую уравновешенность двигателя и повышает равномерность его работы.

3. Короткоходные V-образные двигатели имеют меньшую высоту и удельный вес (т. е. вес, приходящийся на 1 л. с. эффективной мощности двигателя).

Уменьшение длины хода поршня снижает его линейную скорость, вследствие чего уменьшаются силы инерции от деталей, движущихся возвратно-поступательно. Эти силы создают основные нагрузки на шатунно-кривошипный механизм быстроходного двигателя, и их уменьшение при большом числе оборотов, развиваемом современными двигателями гоночных автомобилей, имеет большое значение.

4. Двухрядные V-образные двигатели имеют значительно меньшую длину (при том же рабочем объеме) по сравнению с двигателями, имеющими однорядное расположение цилиндров.

Сокращение длины двигателя не только облегчает компановку всего автомобиля, но повышает прочность и жесткость картера и коленчатого вала.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

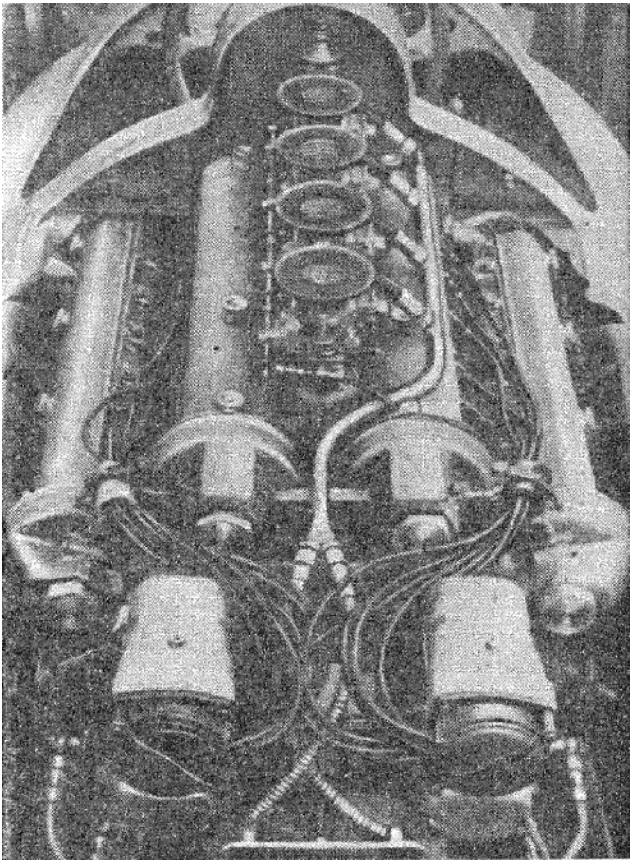


Рис. 32. 12-цилиндровый двигатель без нагнетателя

Этим объясняется увеличение числа новых моделей 8- и 12-цилиндровых V-образных двигателей без нагнетателей. Примером конструкции 12-цилиндрового двигателя без нагнетателя является двигатель автомобиля класса до 2000 $см^3$, показанный на рис. 32.

Двигатель имеет один блок, отлитый из силуминового сплава вместе с верхней половиной картера. Гильзы цилиндров — мокрые и выполнены из специальной стали. Уплотнение гильзы снизу происходит с помощью кольцевого фланца, опирающегося через медную прокладку на кольцевую поверхность в блоке. Сверху гильзы прижимаются головкой цилиндров. Между головкой цилиндров

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

и рифленой торцовой поверхностью гильзы также имеется медная прокладка толщиной 0,6 мм. Зеркало гильзы подвергнуто хонингованию. Внутренние стенки блока цилиндров, соприкасающиеся с водой, — хромированы.

Головки цилиндров (отдельные для каждого ряда цилиндров) — литые, из силуминового сплава, крепятся шпильками к блоку цилиндров. Крышки головок цилиндров и нижняя часть картера (масляный поддон) — литые, из магниевого сплава.

Поршни специального легкого сплава выточены из специальных поковок.

Коленчатый вал — составной; отдельные кривошипы соединяются между собою болтами и имеют на концах мелкую насечку. Коленчатый вал имеет восемь коренных подшипников; по одному коренному подшипнику установлено между соседними цилиндрами. Восьмой подшипник расположен между вертикальным валиком привода вспомогательных механизмов и маховиком. Коренные подшипники — разъемные, со стальными вкладышами толщиной 4,5 мм, залитыми свинцовистой бронзой (толщина слоя 1,5 мм).

На каждой шатунной шейке коленчатого вала установлены рядом два шатуна, разделенные дистанционным кольцом. Нижние головки шатунов — неразрезные, с роликовыми подшипниками (при этом отсутствуют ударные нагрузки в стыках). В верхних головках шатунов установлены игольчатые подшипники.

Система смазки — циркуляционная, с сухим картером и четырьмя масляными насосами, два из которых откачивают масло из картера в масляный бак, а два других — подают масло к трущимся поверхностям. Для охлаждения масла в систему включен масляный радиатор.

Механизм распределения — с верхними клапанами, расположенными в головке цилиндров. Каждый ряд клапанов приводится в действие отдельным распределительным валом.

Оба средних распределительных вала управляют впускными клапанами. Карбюраторы расположены между впускными клапанами правого и левого рядов цилиндров, вследствие чего сокращается длина впускных патрубков.

Выпускные клапаны правого и левого рядов цилиндров двигателя соединены с двумя отдельными выпускными трубами, заканчивающимися мегафонами.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Распределительные валы имеют продольные каналы для масла. Поверхности кулачков смазываются маслом, поступающим через небольшие отверстия в распределительном валу.

Каждый клапан имеет по две пружины; направляющие клапанов и вставные гнезда изготовлены из специальной бронзы.

Для запрессовки гнезд в головку цилиндров из алюминиевого сплава производят нагрев головок цилиндров и охлаждение вставных гнезд в «сухом льде».

Питание цилиндров двигателя горючей смесью осуществляется четырьмя карбюраторами с падающим потоком; каждый карбюратор обслуживает три цилиндра одной линии. Управление карбюраторами синхронизировано. Подача топлива к карбюратору осуществляется мембранным насосом. Насос имеет регулятор, поддерживающий одинаковое давление топлива на всем диапазоне числа оборотов, от холостого хода до режима максимальной мощности.

Охлаждение двигателя — водяное, принудительное. Центробежный водяной насос расположен сбоку верхней половины картера и приводится в действие двойным клиновидным ремнем от шкива на коленчатом валу.

Система зажигания имеет два магнето, расположенные в задней части двигателя и получающие вращение от привода распределительной системы. Прерыватель магнето имеет два рычажка с усиленными пружинами.

Литровая мощность многоцилиндровых двигателей без нагнетателей достигает 75 л. с./л.

Двигатель автомобиля «Харьков-Л250». На автомобиле «Харьков-Л250» установлен четырехтактный двигатель оригинальной конструкции. Двигатель развивает мощность 45 л. с. при 7000 об/мин и степени сжатия 7. Два цилиндра двигателя расположены вертикально в ряд; диаметр цилиндров — 51 мм; ход поршня — 60 мм; рабочий объем двигателя — 246 $см^3$.

Двигатель имеет коловратный нагнетатель, обеспечивающий давление около 2,2 ата при оборотах, соответствующих максимальной мощности.

В качестве топлива применяется метиловый спирт.

Распределение двигателя — верхнеклапанное, клапаны имеют V-образное расположение. Для впускных и выпускных клапанов в головке цилиндров имеются отдельные

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

распределительные валы. Привод распределительных валов осуществляется от коленчатого вала через систему шестерен, установленных спереди в блоке двигателя.

Карбюратор — мотоциклетного типа «Ленкарз К-91» с диаметром проходного сечения 26 мм.

Зажигание — от магнето МБ-48, приводимого одним из распределительных валов.

Охлаждение двигателя — водяное, принудительное.

Система смазки — с сухим картером; циркуляция масла производится под действием двухсекционного шестеренчатого насоса. В систему смазки включен расширительный бачок.

Двигатель очень компактен и хорошо вписывается в небольшие габариты автомобиля.

На других отечественных гоночных автомобилях устанавливаются серийные двигатели, реконструированные различными способами.

В тех случаях, когда необходимо, чтобы двигатель соответствовал определенному классу, уменьшают его рабочий объем путем установки в цилиндры гильз.

Двухтактные двигатели. Как указывалось выше, для рекордно-гоночных автомобилей «младших» классов (250, 350 и 500 $см^3$) часто применяются двигатели, близкие по конструкции к двигателям гоночных мотоциклов, среди которых двухтактные двигатели занимают видное место.

Двухтактные малолитражные двигатели гоночных автомобилей с нагнетателями имеют следующие преимущества:

1. Простота конструкции вследствие отсутствия систем газораспределения и смазки.
2. Возможность получения при применении наддува высокой литровой мощности.
3. Наличие условий для создания достаточных проходных сечений продувочных и выпускных окон при малом рабочем объеме цилиндров. В четырехтактных двигателях при малом диаметре цилиндра очень трудно обеспечить устройство клапанов с достаточными проходными сечениями,
4. Смазка двигателя значительно проще (добавление масла к топливу имеет некоторое преимущество в том отношении, что детали шатунно-кривошипного механизма все время смазываются свежим маслом).

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Для гоночных целей применяют двухтактные двигатели только с несимметричными фазами газораспределения, которые обеспечивают более совершенный процесс продувки.

Способ продувки определяет собою всю конструктивную схему двухтактного двигателя. В настоящее время.

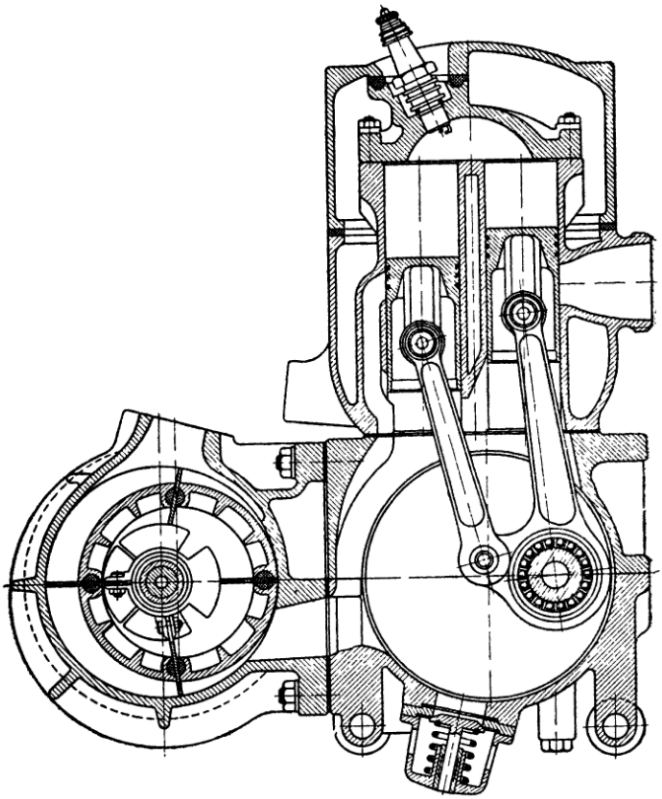


Рис. 33. Схема двухтактного двигателя с П-образным расположением цилиндров

существует три основных типа двухтактных двигателей с наддувом для гоночных автомобилей.

1. Двигатели с П-образным расположением цилиндров, при котором два параллельно расположенных цилиндра имеют общую камеру сгорания. В одном цилиндре имеются продувочные окна, а в другом — выпускные; поршень,

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

управляющий продувочными окнами, связан с кривошипом через прицепной шатун (рис. 33).

2. Двигатели с двумя поршнями в одном цилиндре, противолежащими друг другу. При сближении поршней между их днищами образуется камера сгорания. Каждый поршень связан шатуном с отдельным коленчатым валом (рис.34).

3. Двигатели с Л-образным расположением цилиндров, при котором цилиндры установлены под некоторым углом

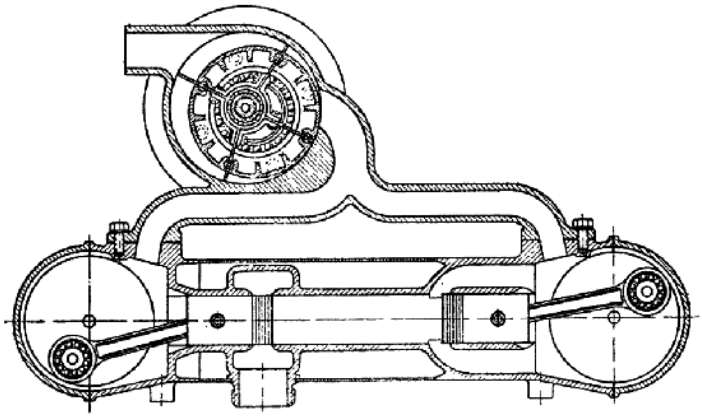


Рис. 34. Схема двухтактного двигателя с двумя поршнями в одном цилиндре. Канал от нагнетателя к левой кривошипной камере служит для питания смесью второго цилиндра

друг к другу. Так же, как и в двигателях с П-образным расположением цилиндров, два цилиндра имеют общую камеру сгорания, причем в одном из них имеются продувочные, а в другом выпускные окна. Поршни шатунами связаны с отдельными коленчатыми валами (рис. 35).

Двигатели первого типа применяются на советских рекордно-гоночных автомобилях «Звезда». Двигатели второго типа применялись на отечественных гоночных мотоциклах ГК-1 и двигатели третьего типа — на мотоциклах С1Б, С2Б и С3В (конструкции Иваницкого). Двигатель типа ГК-1 ставился также на гоночный автомобиль «Салют» класса до 350 см^3.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Двигатели первого типа имеют более простую конструкцию. Отсутствие второго коленчатого вала обеспечивает им большую компактность и меньший вес. В отношении совершенства процесса продувки двигатели всех типов можно считать примерно равноценными, но по

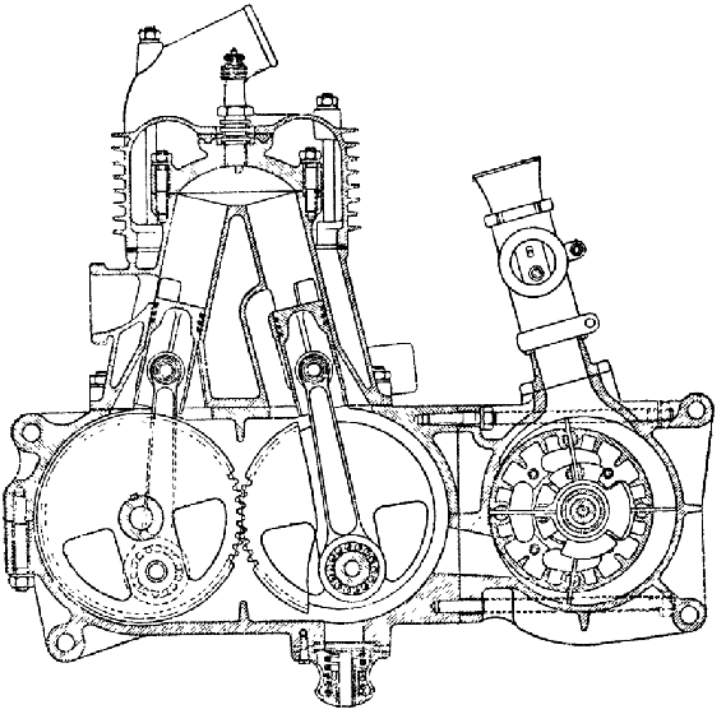


Рис. 35. Схема двухтактного двигателя с Л-образным расположением цилиндров

сравнению с двухтактными двигателями с кривошипно-камерной продувкой они имеют большие преимущества.

Двигатели второго типа имеют лучшую уравновешенность сил инерции.

Преимуществом двигателей третьего типа является возможность создания лучшего охлаждения перемычки между двумя цилиндрами (наиболее напряженной в тепловом отношении).

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Конструктивно двигатель с П-образным расположением цилиндров выполнен следующим образом:

четыре цилиндра двигателя имеют две камеры сгорания, объединяющие по два цилиндра (см. рис. 33).

В правом цилиндре, поршень которого связан с основным шатуном, имеются выпускные окна. Поршень левого цилиндра, имеющего продувочные окна, соединен с прицепным шатуном.

Кинематическая схема движения прицепного шатуна отлична от схемы движения основного шатуна, вследствие чего создается несимметричное движение правого и левого поршней. Несимметричность движения поршней дает возможность получить разные фазы для открытия и закрытия выпускных и продувочных окон. Продувочные окна должны открываться вслед за выпускными, но закрытие их должно происходить с большим запаздыванием по отношению к выпускным окнам. При этом наполнение цилиндра горючей смесью значительно улучшается. Прицепной шатун, нижняя головка которого при движении описывает не окружность, а эллипс, дает возможность поршню левого цилиндра закрывать продувочные окна с большим запаздыванием по отношению к закрытию выпускных окон поршнем правого цилиндра, чем обеспечивается дополнительный наддув горючей смеси в цилиндр. При этом имеет место несовпадение мертвых точек обоих поршней. Наличие прицепного шатуна несколько усложняет кинематику шатунно-кривошипного механизма.

Коленчатый вал — сборный, имеет три коренных шейки с роликовыми подшипниками. Подшипники нижней головки шатуна — игольчатые, без сепараторов. Отдельные части вала — щеки с пальцами и коренные шайки — соединены посредством напрессовки.

Картер двигателя — разъемный и состоит из двух частей, отлитых из алюминиевого сплава.

Сильный нагрев поршней в цилиндрах с выпускными окнами требует особенно интенсивного отвода тепла. С этой целью удлинена юбка поршня и с внутренней стороны днища выполнены ребра, повышающие также жесткость днища поршня.

Поршневые кольца должны обладать большой надежностью, не вызывая поломок от вибраций, возникающих при высоких оборотах коленчатого вала двигателя. Для повышения упругости и надежности поршневые кольца

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

изготовляют с применением метода термофиксации (требуемая форма кольца обеспечивается специальной термической обработкой). В двухтактных двигателях поршневые кольца должны быть застопорены в канавках, чтобы предотвратить возможность задевания замка за кромки окон при проворачивании кольца.

Таблица 8

Основные данные по двигателям отечественных гоночных автомобилей

Наименование	Класс до 250 см³ «Харьков -Л250»	Класс до 350 см³ «Звезда М НАМИ»	Класс до 1200 см³ «Шахтер»*	Класс 2000 см³ «Харьков-6»	Класс до 2500 см³ «Харьков-3»	Класс до 3000 см³ «Дзержинец»
Тип двигателя	Четырехтактный	Двухтактный П-образный	Четырехтактный	Четырехтактный	Четырехтактный	Четырехтактный
На базе какого двигателя выполнен	Оригинальной конструкции	Оригинальной конструкции	«Москвич»	«Победа»	«Победа»	ГАЗ-51
Число цилиндров	2	4	4	4	4	6
Рабочий объем, см³	246	342,5	1167	1970	2490	2992
Диаметр цилиндра, мм	51	39,5**	70,7	79	88,65	76
Ход поршня, мм	60	69,8	75	100	100	110
Степень сжатия	7,0	7,89	7,2	8,5	9,5	8,4
Максимальная мощность, л. с.	45	63	30	—	70	150
Число оборотов, соответствующее максимальной мощности, об/мин	7000	7000	3500	—	3800	4500
Нагнетатель и его тип	Коловратный	Коловратный	Нет	Коловратный	Нет	Объемного типа, двухроторный

* По старой классификации.

** Соотношения между ходом поршня и диаметром цилиндра, принятые в четырехтактных двигателях, имеют для двухтактных двигателей другое значение. В двухтактных двигателях это отношение будет больше, так как необходимо учитывать перекрытие окон поршнем.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Горючая смесь подается в цилиндры двигателя через кривошипную камеру, выполняющую роль ресивера. В кривошипную камеру горючая смесь поступает под действием коловратного нагнетателя, который расположен между карбюратором и двигателем. Продувочные каналы выполнены в блоке цилиндров; для уменьшения сопротивления проходу горючей смеси внутренняя поверхность их тщательно обработана.

Охлаждение двигателя — водяное, принудительное; вода циркулирует под действием центробежного насоса.

Водяная рубашка имеет большую поверхность для охлаждения цилиндров по всей длине. Устройством достаточных проходов для воды между цилиндрами обеспечивается интенсивное охлаждение перемычки между цилиндрами в камере сгорания, подвергаемой наибольшему нагреву во время работы.

В табл. 8 приведены основные данные по двигателям отечественных гоночных автомобилей.

КОНСТРУКЦИЯ ОСНОВНЫХ МЕХАНИЗМОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ГОНОЧНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Шатунно-кривошипный механизм

Конструкция деталей шатунно-кривошипного механизма рассматривалась при знакомстве с типами двигателей гоночных автомобилей.

К конструкции шатунно-кривошипного механизма двигателей гоночных автомобилей предъявляются следующие требования:

1. Прочность и надежность деталей шатунно-кривошипного механизма при большом числе оборотов и больших нагрузках.
2. Малый вес деталей для уменьшения сил инерции и общего веса автомобиля.
3. Хороший отвод тепла от деталей, подвергающихся сильному нагреву.
4. Уменьшение потерь на трение, т. е. увеличение механического к. п. д.

Уменьшение длины хода поршня (короткоходные двигатели), а следовательно, и радиуса кривошипа обеспечивает создание коленчатого вала наиболее рациональ-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

ной формы с так называемым перекрытием шеек, обладающего наибольшей жесткостью.

У V-образных двигателей основанием служит общий блок-картер с вставными гильзами цилиндров. Такой блок-картер с большим углом между осями цилиндров обладает большой жесткостью, так как он имеет не только меньшую длину, но и относительно большую ширину верхней части.

При однорядном расположении цилиндров приходится идти на увеличение числа коренных подшипников, устанавливая их по обе стороны каждого колена. При этом для уменьшения длины двигателя шейки опор коленчатого вала стремятся делать большого диаметра и малой длины.

Жесткость опор коленчатого вала повышают также за счет более развитой верхней части картера и опускания плоскости разъема картера значительно ниже оси коленчатого вала. Снаружи блок-картера некоторых двигателей имеются ребра жесткости.

Требования повышенной прочности заставляют применять для деталей шатунно-кривошипного механизма наиболее высококачественные материалы. Коленчатые валы и шатуны изготавливают из высококачественной хромоникелевой стали. Блок-картер отливают из легированных чугунов или алюминиевых сплавов; в последнем случае применяют гильзы цилиндров из специального чугуна или стали.

При изготовлении блок-картера из алюминиевого сплава и вставных чугунных или стальных гильз последние подвергаются короблению и ухудшается контакт на границе двух металлов под влиянием деформации, вызываемой сильным нагревом.

В настоящее время проводятся опыты по хромированию зеркала цилиндров, выполненных из легких сплавов, для повышения износостойкости, а также антифрикционных и антикоррозийных свойств поверхности зеркала цилиндра.

Уменьшение веса деталей достигается, главным образом, применением легких сплавов для ответственных деталей (поршней, головок цилиндров, картеров).

Основным материалом для поршней служат силуминиевые сплавы (сплав алюминия с кремнием), имеющие удельный вес $\gamma = 2{,}7$. Для еще большего облегчения

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

иногда поршни изготавливают из магниевых сплавов, имеющих еще меньший удельный вес $\gamma = 1{,}7$.

Поршни из алюминиевых сплавов изготавливают штамповкой или вытачивают из прокованных алюминиевых болванок.

Изготовление головок цилиндров из алюминиевых сплавов для двигателей с верхними клапанами вызывает затруднения ввиду необходимости повышения твердости головки в той части, где устанавливаются клапанные гнезда из жароупорной стали. Недостаточная твердость головки приводит к проседанию клапанных гнезд ввиду большого удельного давления клапана на поверхность гнезда. В последнее время в качестве материала для клапанных гнезд применяют бронзовые сплавы. При этом уменьшается опасность проседания и происходит лучший отвод тепла от поверхности клапана.

Применение легких сплавов способствует улучшению отвода тепла, так как алюминий обладает высокой теплопроводностью.

Для улучшения отвода тепла на некоторых деталях делают ребра. В поршнях делают ребра на внутренней поверхности днища, что способствует также повышению жесткости поршня.

Для улучшения охлаждения масла и повышения жесткости картера делают ребра на его наружной поверхности

Уменьшение потерь на трение является весьма существенным требованием к конструкции шатунно-кривошипного механизма двигателя гоночного автомобиля, так как с увеличением числа оборотов величина этих потерь возрастает. Наиболее эффективным способом уменьшения этих потерь является применение подшипников качения взамен подшипников скольжения.

При установке подшипников качения в опорах коленчатого вала и нижних головок шатунов необходимо коленчатый вал делать сборным. Несмотря на сложность, сборные коленчатые валы получают все большее применение. Такая конструкция коленчатого вала дает возможность производить тщательную обработку отдельных его деталей. Соединение отдельных частей коленчатого вала выполняют обычно путем напрессовки или посредством мелкой насечки на торцовых поверхностях и стягивания болтами, как показано на рис. 36.

Значительную часть потерь составляет трение поршня

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

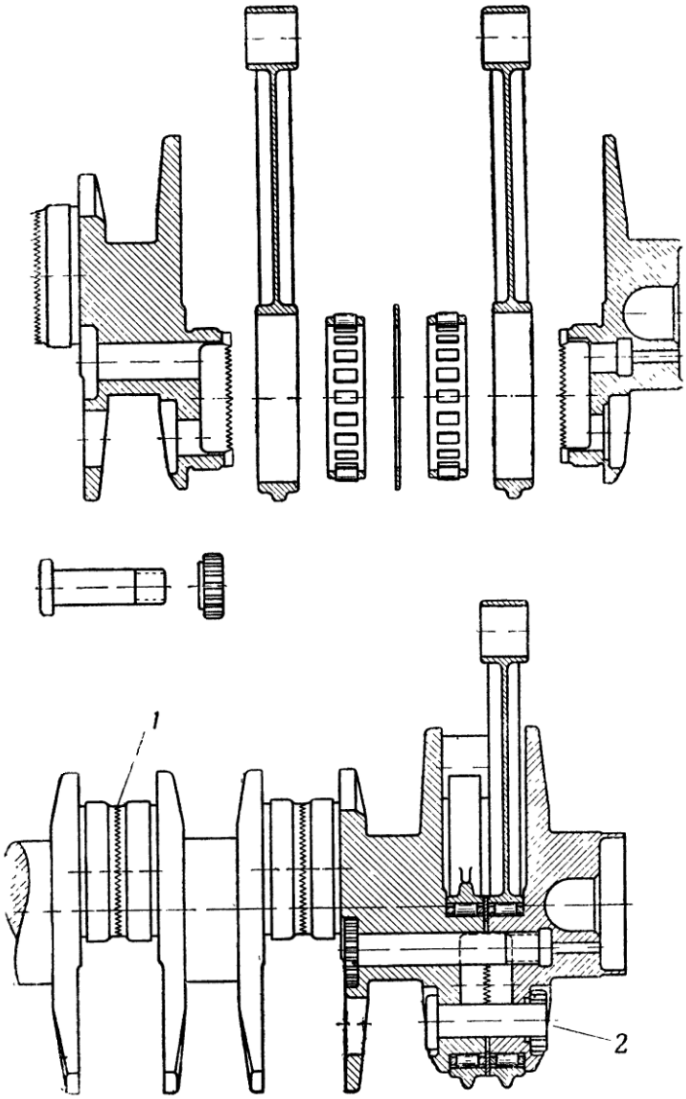


Рис. 36. Сборный коленчатый вал:
1 — торцовая насечка, *2* — стяжной болт

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

о стенки цилиндра. Эти потери тем больше, чем больше боковое давление поршня на стенки цилиндра. Максимальное давление поршня в быстроходном двигателе определяется силами инерции деталей, совершающих возвратно-поступательное движение. Так как величина силы инерции зависит от веса этих деталей (в том числе от веса поршня), то при облегчении поршня уменьшаются потери на трение.

Учитывая короткоходность большинства современных двигателей, небольшую длину шатунов и наличие противовесов на щеках коленчатого вала, при удлиненной юбке поршня в нижней части ее делают специальные вырезы.

Поршневые кольца создают большое давление на стенки цилиндра. Уменьшение числа колец недопустимо вследствие необходимости обеспечить плотность между стенками цилиндра и поршня. Вследствие высокого давления сжатия и сгорания у большинства двигателей гоночных автомобилей устанавливают на поршень три-четыре компрессионных кольца. При увеличении степени сжатия и числа оборотов появляется опасность прорыва газов в картер, что приводит к быстрому выбрасыванию и угару смазки. Поэтому качество поршневых колец имеет для гоночных двигателей первостепенное значение. Для уменьшения потерь на трение и увеличения стойкости колец они подвергаются тщательной обработке и пригонке.

В настоящее время путем специальной термической обработки поршневым кольцам придают такую форму, при которой установленное в цилиндр кольцо обеспечивает неравномерное распределение давления на зеркало цилиндров и увеличенное в зоне замка. Как показывают испытания, такие кольца имеют преимущества перед обычными поршневыми кольцами как в отношении стойкости, гак и в отношении снижения потерь на трение.

Рабочие поверхности всех деталей шатунно-кривошипного механизма должны быть тщательно обработаны. В процессе доводки двигателей часто прибегают к индивидуальной притирке деталей.

Вместе с потерями на трение учитываются также и вентиляционные потери, связанные с перемещением массы воздуха в картере. Для уменьшения этих потерь полируют нерабочие поверхности движущихся деталей шатунно-кривошипного механизма (щеки коленчатого вала, наружная поверхность шатуна). При этом уменьшается завихривание воздуха и снижаются вентиляционные потери.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Газораспределительный механизм

Применение в двигателях гоночных автомобилей верхних клапанов, расположенных в головке цилиндров, позволяет создать различные конструкции газораспределительного механизма в отличие от нижнеклапанной системы, однотипной по устройству.

От совершенства конструкции системы газораспределения зависит качество очистки цилиндров от отработавших газов и наполнение цилиндров горючей смесью. Расположение клапанов определяет форму камеры сгорания.

Конструкция газораспределительного механизма двигателя гоночного автомобиля должна удовлетворять следующим основным требованиям:

1. Обеспечение достаточно больших проходных сечений в клапанах и каналах головки цилиндров для уменьшения сопротивления выходу отработавших газов и поступлению горючей смеси.

2. Возможность создания рациональной формы камеры сгорания.

3. Уменьшение веса деталей, совершающих возвратно-поступательное движение, для уменьшения сил инерции.

4. Высокая стойкость клапанов и клапанных гнезд, подвергающихся действию больших механических нагрузок и тепловых напряжений.

Хорошее охлаждение поверхности клапанов (особенно выпускных) для предотвращения возможности калильного зажигания.

5. Соответствие фаз газораспределения режиму работы двигателя и точность работы распределительного механизма при больших оборотах.

В современных двигателях гоночных автомобилей применяют четыре основных схемы механизма газораспределения с верхними клапанами.

На рис. 37 приведена схема с однорядным расположением клапанов, приводимых в действие через толкатели, штанги и коромысла от нижнего распределительного вала.

Если клапаны расположены рядом, камеру сгорания выполняют цилиндрической формы, при которой поверхность для размещения клапанов несколько стеснена.

Ряд деталей привода клапанов, движущихся возвратно-поступательно и обладающих значительным весом, создает большие силы инерции, нарушающие точность ра-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

боты распределительного механизма при больших оборотах коленчатого вала двигателя.

Эти недостатки ограничивают применение данной схемы, и она все реже встречается у современных гоночных двигателей.

В схеме, приведенной на рис. 38, распределительный вал установлен в головке цилиндров над клапанами. Камера сгорания имеет такую же форму, как показано на

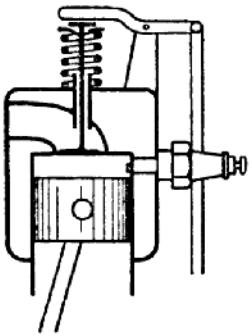


Рис. 37. Схема распределительного механизма с однорядным расположением верхних клапанов, имеющих привод через штанги и коромысла от нижнего распределительного вала

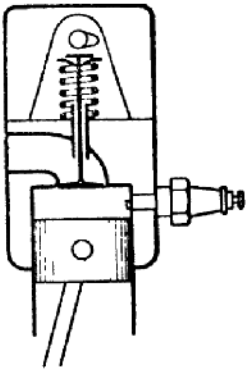


Рис. 38. Схема распределительного механизма с верхним однорядным расположением клапанов и распределительным валом в головке цилиндров

рис. 37, но вес деталей, движущихся возвратно-поступательно, минимальный.

Наличие верхнего распределительного вала позволяет, направив в разные стороны впускные и выпускные каналы, дать им более выгодную форму и полностью изолировать впускной и выпускной трубопроводы. В механизме газораспределения, показанном на рис. 39, клапаны установлены в два ряда и имеют наклонное расположение; привод клапанов осуществляется от одного верхнего распределительного вала через коромысла.

При таком расположении клапанов камеру сгорания можно выполнить полусферической формы, наиболее рациональной с точки зрения протекания процесса сгорания.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Поверхность для расположения клапанов значительно увеличивается, каналы для прохода смеси получают более выгодную форму, в результате чего наполнение цилиндров горючей смесью улучшается.

Наличие коромысел вызывает появление дополнительных по сравнению с предыдущей схемой инерционных усилий.

В схеме, представленной на рис. 40, клапаны расположены наклонно и имеют привод от отдельного распределительного вала для каждого ряда клапанов.

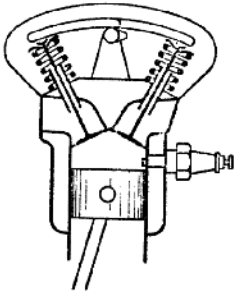


Рис. 39. Схема распределительного механизма с двухрядным наклонным расположением клапанов и одним верхним распределительным валом

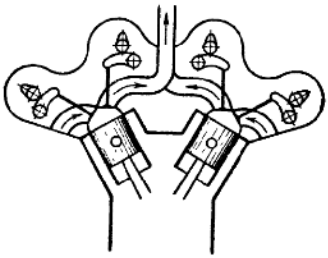


Рис. 40. Схема распределительного механизма с наклонным расположением клапанов и отдельными распределительными валами для каждого ряда клапанов

Эта схема механизма газораспределения является наиболее совершенной, так как она обеспечивает наиболее выгодную форму камеры сгорания и минимальный вес деталей, движущихся возвратно-поступательно.

Конструкция распределительного механизма, выполненного по этой схеме, является наиболее сложной, однако это усложнение полностью компенсируется ее преимуществами как в отношении наполнения цилиндров двигателя горючей смесью, так и в отношении снижения инерционных нагрузок.

По этой схеме выполнены распределительные механизмы у большинства современных четырехтактных двигателей гоночных автомобилей как с нагнетателями, так и без них.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

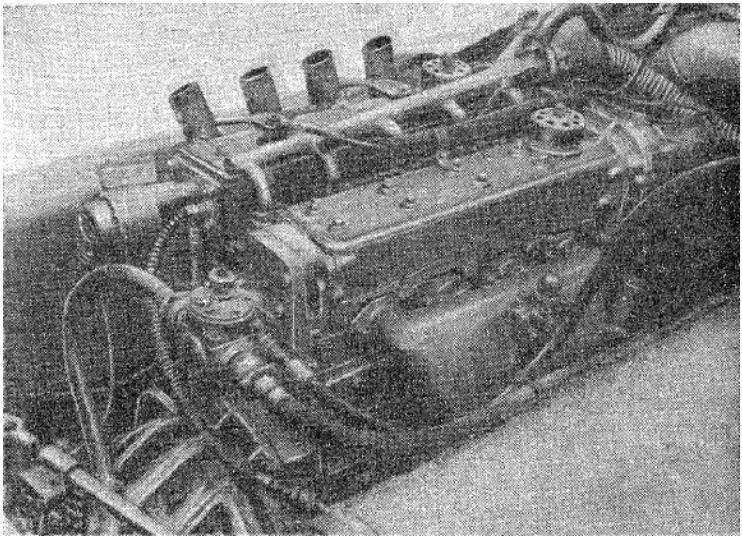


Рис. 41. Общий вид справа двигателя автомобиля «Харьков-6» с двумя верхними распределительными валами

На рис. 41 представлен общий вид двигателя автомобиля «Харьков-6» с двумя верхними распределительными валами.

Клапаны, особенно выпускные, подвергаются в двигателях гоночных автомобилей сильному нагреву (до 800—900°), в связи с чем они выполняются из жароупорной стали. Кроме того, применяются специальные меры по улучшению отвода тепла.

Все большее распространение получают клапаны с внутренним охлаждением. Для этого внутри стержня клапана высверливают полость, заполняемую натриевой солью. Быстрое возвратно-поступательное движение клапана вызывает резкое перемещение расплавленной натриевой соли от головки клапана к концу его стержня, что благодаря большей теплопроводности натриевой соли способствует отводу тепла через направляющую втулку клапана. Наружный диаметр стержня клапана при этом несколько увеличивают, что уменьшает удельные боковые давления клапана на направляющую втулку.

Толкатели обычного типа применяются в двигателях

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

гоночных автомобилей только при системе газораспределения, соответствующей первой схеме. В остальных случаях кулачок действует либо непосредственно на клапан, либо передает клапану движение через коромысло или посредством одноплечего промежуточного рычага.

В случае непосредственного воздействия кулачка на клапан в стержень последнего ввертывается нажимная

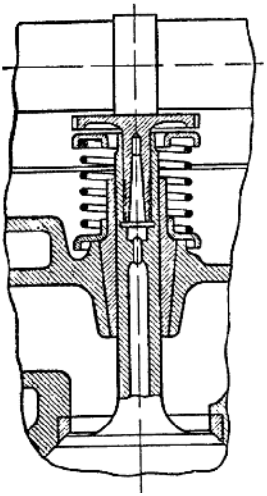


Рис. 42. Нажимная тарелка, ввернутая в стержень клапана

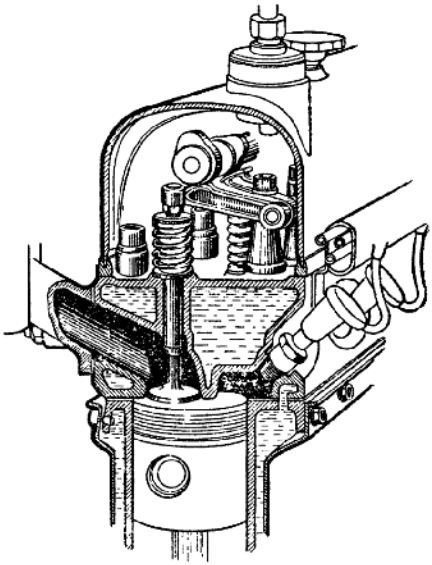


Рис. 43. Привод клапанов от верхнего распределительного вала при помощи одноплечих промежуточных рычагов

тарелка (рис. 42). Такая установка нажимной тарелки позволяет регулировать тепловой зазор между кулачком и стержнем клапана.

При непосредственном воздействии кулачка на клапан последний испытывает большие боковые нагрузки от давления кулачка, воспринимаемые направляющей клапана. Для уменьшения этой нагрузки на клапан вводят одноплечий промежуточный рычаг. Шарнирно закрепленный на оси промежуточный рычаг (рис. 43) воспринимает

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

боковые давления, передавая на клапан только осевое усилие.

При верхнем расположении распределительного вала коромысла применяют в том случае, если один вал осуществляет привод двух рядов клапанов.

Коромысло представляет собою двухплечий рычаг, шарнирно закрепленный на оси, выполняемой обычно а виде тонкостенной стальной трубы. Плечи коромысла делаются не одинаковыми; плечо, действующее на клапан, не должно быть коротким (меньше 35 мм), чтобы уменьшить скольжение коромысла по торцу стержня клапана, коромысла устанавливают на оси в игольчатых или шариковых подшипниках; бронзовые подшипники скольжения применяют в последнее время значительно реже.

Внутренняя полость трубчатых осей коромысел используется для подвода масла к расположенным в головке деталям механизма газораспределения. В некоторых конструкциях эти трубчатые оси служат для подвода охлаждающей воды. Ось коромысла устанавливается в стойках, выполненных обычно из легких сплавов.

Клапанные пружины — обычно цилиндрические или конические, витые, работающие на скручивание.

В процессе закрытия клапана пружина преодолевает действие сил инерции, резко возрастающих при большом числе оборотов. Вследствие этого в двигателях гоночных автомобилей устанавливают усиленные пружины.

Недостаточная жесткость пружин вызывает отставание и подскакивание клапана при закрытии, что нарушает фазы газораспределения и ухудшает наполнение цилиндров горючей смесью. Для получения достаточной жесткости и уменьшения высоты устанавливают две пружины, размещая одну внутри другой. Установка слишком жестких пружин вызывает увеличение механических потерь на привод клапанного механизма и приводит к быстрому разрушению рабочих поверхностей клапанов и клапанных гнезд. В некоторых конструкциях устанавливают шпилечные пружины, смещенные в сторону и работающие на изгиб. Эти пружины менее подвержены действию высокой температуры.

Привод верхних распределительных валов осуществляется несколькими способами. Наиболее распространенным способом является цепная передача с установкой ведущей звездочки на коленчатом валу (рис. 43).

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Иногда устанавливают промежуточный вал, на который передается вращение от коленчатого вала с помощью шестерен. В двигателе автомобиля «Харьков-6» промежуточным валом служит нижний распределительный вал.

Натяжение цепи осуществляется специальными звездочками. Бесшумные многорядные цепи, используемые

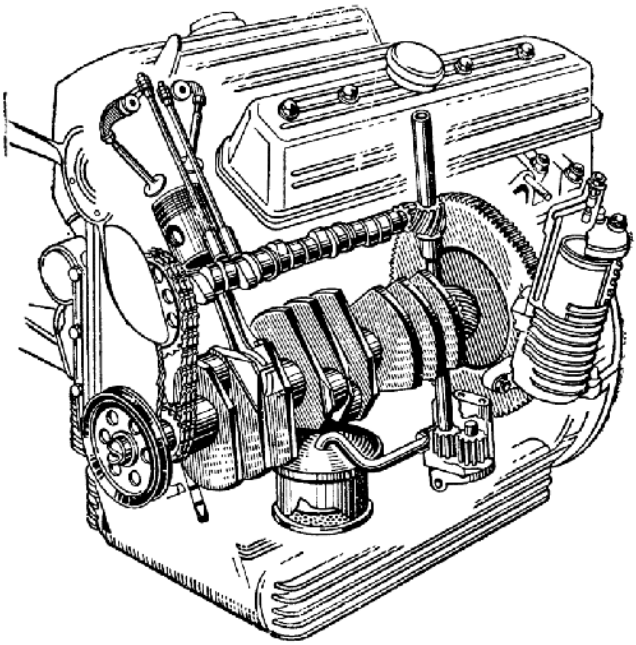


Рис. 44. Привод верхнего распределительного вала бесшумной цепью

для привода распределительного механизма, могут охватывать также звездочки, осуществляющие привод вспомогательных механизмов.

На рис. 45 приведена схема привода газораспределительного механизма с помощью конической передачи. От коленчатого вала пара конических шестерен приводит в движение вертикальный вал, который через другую пару конических шестерен передает вращение среднему распределительному валу, управляющему впускными клапанами. Распределительные валы, управляющие выпускными клапанами, приводятся через шестеренную передачу.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

В некоторых случаях привод верхних распределительных валов осуществляется цилиндрическими шестернями. Пример такой конструкции представлен на рис. 46. Распределительные валы, перенесенные в верхнюю часть блока, приводятся отдельными шестернями, получающими вращение от одной промежуточной шестерни.

Для уменьшения вибрации при передаче вращения на распределительный вал не следует шестерни привода устанавливать на переднем конце коленчатого вала, который в большей степени подвержен действию крутильных колебаний. Привод располагают иногда в середине колен-

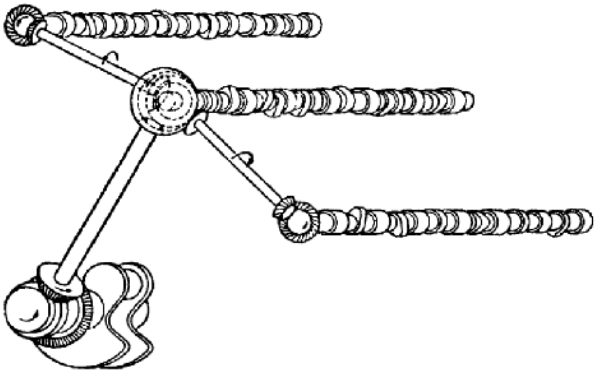


Рис. 45. Привод верхних распределительных валов посредством вертикального вала с коническими шестернями

чатого вала (при составных блоках) или же в задней части двигателя, хотя это вызывает усложнение конструкции.

Фазы газораспределения выбирают в зависимости от числа оборотов коленчатого вала двигателя. Обычно высокооборотные двигатели имеют сильно развитые фазы газораспределения. С увеличением числа оборотов возрастает скорость движения газов в трубопроводах и соответственно увеличивается инерция газового потока, которую стремятся использовать для улучшения очистки цилиндров от отработавших газов и для лучшего наполнения цилиндров горючей смесью.

Для более полной очистки цилиндров и уменьшения противодавления на поршень при вытеснении им отработавших газов выпускной клапан открывается значительно раньше, чем поршень достигнет н. м. т. У некоторых совре-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

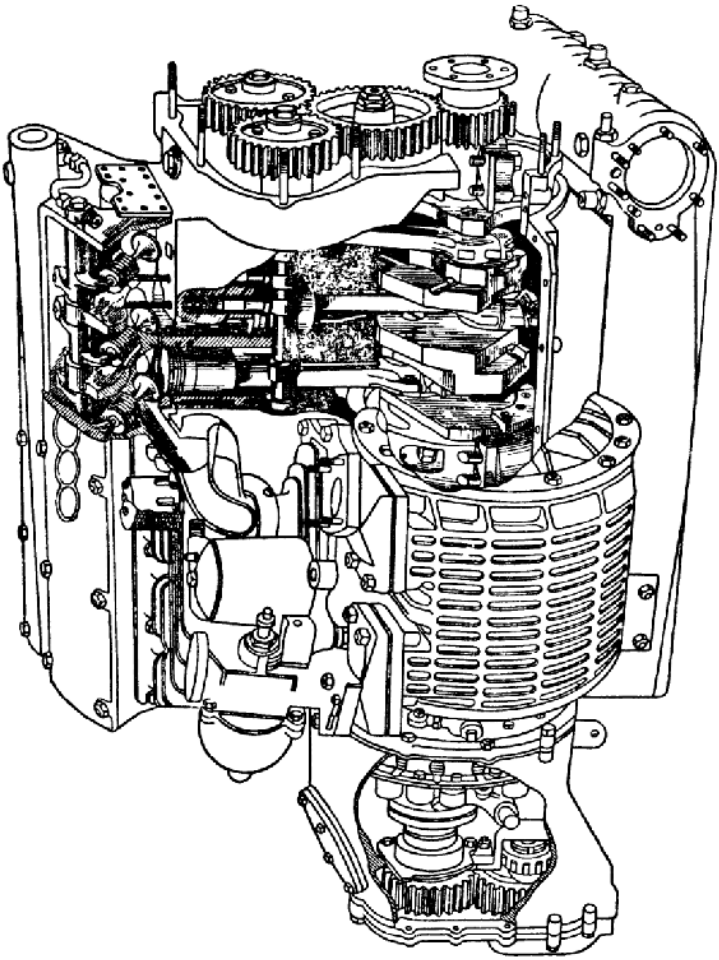


Рис. 46. Привод верхних распределительных валов цилиндрическими шестернями

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

менных двигателей гоночных автомобилей угол опережения открытия выпускного клапана составляет 80—85°.

Вследствие высокого давления в цилиндре в момент открытия выпускного клапана скорость выходящих отработавших газов в начале выпуска очень велика и достигает 400—500 м/сек. Во время выпуска она постепенно снижается вместе с уменьшением количества выходящих газов и к концу выпуска в трубопроводе создает некоторое понижение давления, что способствует удалению отработавших газов из цилиндра, даже после того, как поршень начал движение вниз. Процесс выпуска продолжается и после прихода поршня в верхнюю мертвую точку, для чего выпускной клапан закрывается со значительным запаздыванием (50—55° после в. м. т.). При этом происходит хорошая очистка камеры сгорания от отработавших газов.

Улучшение наполнения цилиндров горючей смесью обеспечивается открытием впускного клапана с опережением (50—60° до в. м. т.), чем прежде всего достигается большее открытие впускного клапана к моменту начала хода впуска. Кроме того, инерция потока горючей смеси во впускном трубопроводе обеспечивает некоторое повышение давления перед впускным клапаном к моменту его открытия, что способствует лучшему наполнению цилиндра горючей смесью.

Закрытие впускного клапана происходит со значительным запаздыванием (60—70° после н. м. т.). В этот период давление в цилиндре будет значительно ниже, чем давление во впускном трубопроводе, несмотря на начавшееся движение поршня вверх. Только после того, как давление в трубопроводе и в цилиндре выравняется, наполнение цилиндра горючей смесью прекратится. Это выравнивание давлений наступит тем позднее, чем больше число оборотов коленчатого вала двигателя.

Таким образом, продолжительность открытия выпускного клапана увеличивается до 310—320°, а впускного клапана — до 290—310°. Перекрытие клапанов (т. е. период одновременного открытия впускного и выпускного клапанов) достигает 100—115°.

При больших числах оборотов нет опасности попадания отработавших газов во впускной трубопровод, так как потоки выходящих газов и горючей смеси имеют различные направления. На рис. 47 представлена примерная

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

диаграмма фаз газораспределения двигателя гоночного автомобиля (без нагнетателя).

Фазы газораспределения обеспечивают наиболее благоприятные условия работы двигателя в диапазоне определенного числа оборотов. Сильно развитые фазы газораспределения ухудшают работу двигателя на средних оборотах и значительно повышают число оборотов, соответствующее устойчивой работе на холостом ходу.

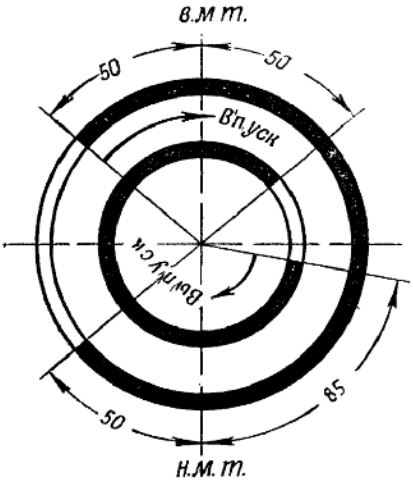


Рис. 47. Примерная диаграмма фаз газораспределения четырехтактного двигателя гоночного автомобиля без нагнетателя

Установка нагнета - теля вызывает необходимость некоторого изменения фаз газораспределения. Угол запаздывания закрытия впускного клапана несколько уменьшают, а угол опережения открытия выпускного клапана увеличивают.

Выбор правильных фаз газораспределения проверяют экспериментально при стендовых испытаниях двигателя, когда имеется возможность учесть влияние различных конструктивных элементов.

Фазы газораспределения двухтактных двигателей определяются углами открытия и закрытия окон по отношению к мертвым точкам поршня. При описании конструкции двухтактных двигателей гоночных автомобилей указывалось, что для них применяются несимметричные фазы газораспределения, которые удается получить при наличии у двух цилиндров общей камеры сгорания. При этом поршень в одном цилиндре управляет продувочными окнами, а поршень в другом цилиндре — выпускными, в результате чего можно получить необходимое смещение фаз.

На получивших у нас наибольшее распространение двухтактных двигателях, имеющих П-образное расположение цилиндров с несимметричной диаграммой газо-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

распределения вследствие применения прицепного шатуна, фазы газораспределения выбирают следующими

Открытие выпускных окон — 75—82°

Закрытие выпускных окон + 51—57°

Открытие продувочных окон — 48—55°

Закрытие продувочных окон + 65—82°

При наличии прицепного шатуна поршни обоих цилиндров приходят в мертвые точки не одновременно. В некоторых случаях фазы берут по отношению к н. м. т. поршня, связанного с прицепным шатуном.

Как видно из приведенных данных, продувочные окна открываются позднее выпускных, из-за чего значительно понижается давление в цилиндре к моменту начала продувки и создается интенсивный поток отработавших газов, выходящих через выпускные окна под действием избыточного давления в цилиндре. После открытия продувочных окон вытеснение отработавших газов продолжается под действием поступающей в цилиндр свежей смеси.

Закрытие продувочных окон происходит с большим запаздыванием по сравнению с выпускными окнами, что при наличии нагнетателя обеспечивает дополнительный наддув горючей смеси в цилиндры.

Система смазки

Работа двигателей гоночных автомобилей с высокими числами оборотов и большими нагрузками на детали шатунно-кривошипного механизма требует весьма интенсивной и надежной смазки трущихся деталей. Хорошая смазка уменьшает потери на трение и предохраняет трущиеся детали от быстрого износа. Кроме того, система смазки должна обеспечить хорошее охлаждение масла, так как через масло отводится часть тепла, в особености от подшипников коленчатого вала двигателя.

На большинстве современных двигателей гоночных автомобилей применяется смазка с сухим картером.

В отличие от обычной схемы смазки, применяющейся на серийных автомобилях (нижняя часть картера является масляным резервуаром), смазка с сухим картером предусматривает откачку масла из картера в масляный бачок, откуда оно подается для смазки трущихся поверхностей.

Для откачки и нагнетания масла имеются отдельные масляные насосы.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

На рис. 48 представлена схема смазки с сухим картером гоночного V-образного 12-цилиндрового двигателя с нагнетателем. Масляный насос — шестеренчатого типа, выполнен в виде четырех секций, каждая из которых имеет свое назначение.

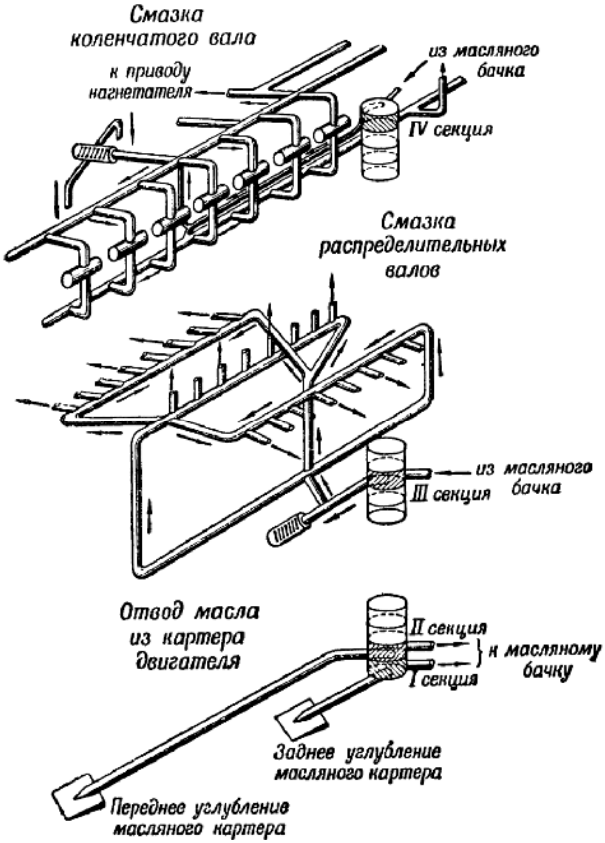


Рис 48. Схема смазки V-образного 12-цилиндрового двигателя с сухим картером

Две расположенных внизу секции насоса откачивают масло из переднего и заднего углубления картера в масляный бак большой емкости. Две верхних секции насоса нагнетают масло из бака: одна из них подает масло к коренным подшипникам коленчатого вала, а другая — к верх-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

ним распределительным валам. В обеих подающих магистралях имеются редукционные клапаны.

Ко всем шатунным подшипникам масло проходит из коренных по каналам в щеках коленчатого вала. К игольчатым подшипникам в верхних головках шатунов нет подвода масла; они смазываются масляным туманом, так же как и стенки цилиндров.

Для смазки распределительного механизма в распределительных валах имеются каналы, из которых масло через небольшие сверления поступает к кулачкам и подшипникам распределительных валов. Из верхней части двигателя масло через картеры привода отводится в нижний поддон и забирается откачивающими насосами.

Большая емкость масляного бака (на некоторых автомобилях до 30 л) обеспечивает хорошее охлаждение масла. Для рекордно-гоночных автомобилей, участвующих в заездах на короткие и средние дистанции, охлаждение масла при перекачке его через бак оказывается вполне достаточным.

Для дорожно-гоночных автомобилей, участвующих в соревнованиях на длинные дистанции, необходима установка дополнительных охладителей в виде масляных радиаторов.

Конструкция масляных радиаторов аналогична конструкции обычных водяных радиаторов. Иногда применяются масляные радиаторы, в которых масло охлаждается путем циркуляции воды. Масляные радиаторы, охлаждаемые воздухом, размещаются большей частью возле основных водяных радиаторов. Емкость масляные радиаторов обычно составляет 6—12 л.

Шестеренчатые масляные насосы, как правило, объединяются в одном корпусе и имеют общий привод. Корпус делится на отдельные отсеки для каждой секции насоса. Каждая секция связана с соответствующим заборником масла из картера или нагнетающей магистралью. Производительность масляных насосов очень высокая и достигает 80—90 л/мин.

Масла для двигателей скоростных автомобилей

К маслу, применяемому для двигателей спортивных и гоночных автомобилей, предъявляются весьма высокие требования. Масло должно быть стабильным, не менять

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

своих качеств при значительном нагреве; должно давать стойкую масляную пленку, сохраняющуюся при высоких давлениях и температурах; обладать необходимой маслянистостью и вязкостью; при сгорании отлагать как можно меньше нагара; не содержать вредных соединений. Этим требованиям удовлетворяет касторовое масло, а также высококачественные сорта минеральных масел.

Для большинства двигателей отечественных спортивных и гоночных автомобилей применяются высококачественные авиационные и автомобильные масла: авиационные масла марок МС-14, МС-20, МК-22 и МС-24 (ГОСТ 1013-49) (табл. 9), из других видов — масло СУ и дизельное масло со специальными присадками.

Для улучшения качества масел к ним добавляются в небольшом количестве (3%) специальные комплексные присадки, которые повышают смазочные и антикоррозийные свойства масел, а также понижают вязкость при низких температурах.

Согласно действующим общесоюзным стандартам, для автомобильных масел применяется присадка ЦИАТИМ-331 (ГОСТ 5303—50), а для дизельного масла — АЗНИИ-4 (ГОСТ 5304-50).

Выбор сорта масла для двигателя зависит от величины давления на трущиеся поверхности и скорости вращения коленчатого вала. Чем больше давление и меньше скорость вращения, тем вязкость масла должна быть больше. Следовательно, при увеличении числа оборотов, соответствующих среднему режиму работы двигателя, масло должно выбираться с меньшей вязкостью.

Данные о кинематической вязкости масел приведены в табл. 9 и 10. В холодное время года применяют масла с меньшей вязкостью.

Касторовое масло (табл. 10) можно применять для всех типов двигателей гоночных автомобилей, однако следует иметь в виду некоторые его особенности. Касторовое масло не растворяется в бензине, поэтому при применении его для двухтактных двигателей, у которых масло добавляется непосредственно к топливу, приходится вводить в качестве стабилизатора ацетон в количестве 5%. В метаноле касторовое масло хорошо растворяется, поэтому в смесях, содержащих более 35% метанола, специальных стабилизаторов не требуется.

Недостатками касторового масла является склонность

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

к нагарообразованию и окислению, но эти свойства проявляются только при длительной работе.

Таблица 9

Масла авиационные по ГОСТ 1013-49

Физико-химические свойства	Марка масла			
	МС-14	МС-20	МК-22	МС-24
Вязкость кинематическая при 100° не менее, сст	14	20	22	24
Отношение кинематической вязкости при 50° к кинематической вязкости при 100°, не более	6,55	7,85	8,75	0.8
Коксуемость по Конрадсону (в %), не более	0,45	0,3	0,7	0,3
Кислотное число в мг КОН на 1 г масла, не более	0,25	0,05	0,1	0,05
Зольность (в %), не более	0,003	0,003	0,004	0,003
Температуры вспышки по Мартенс-Пенскому (в °), не ниже	200	225	230	240
Разность температур вспышки по Бренкену и Мартенс-Пенскому (в °), не более	20	20	20	20
Температура застывания (в °), не выше	-30	-18	-14	-17

Таблица 10

Касторовое масло по ОСТ НКПП-466

Физико-химические свойства	Показатели
Условная вязкость:	
при 50°, не менее	17,3
при 90°, не менее	3,2
Температура вспышки по Мартенс-Пенскому (в °), не ниже	240
Зольность (в %). не более	0,008
Температура застывания (в °), не выше	-16

В табл. 11 приведены данные по системам смазки двигателей советских гоночных автомобилей.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Таблица 11

Основные данные по системам смазки двигателей советских гоночных автомобилей

Наименование	Класс до 250 см³ «Харьков -Л250»	Класс до 350 см³ «Звезда МНАМИ»	Класс до 1200 см³ «Шахтер»*	Класс 2000 см³ «Харьков-6»	Класс до 2500 см³ «Харьков-3»	Класс до 3000 см³ «Дзержинец»
Тип системы смазки	«С сухим картером»	С добавлением масла к топливу	Комбинированный	«С сухим картером»	Комбинированный	Комбинированный
Емкость системы смазки, л	10		10	15	10	7,2
Наличие масляного радиатора			Нет		Нет	Есть
Количество масляных насосов	2	Нет	1	3	1	1
Наличие масляных фильтров:						
тонкой очистки	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	1
грубой очистки	Нет	Нет	Нет	1	Нет	1
Сорт или марка применяемого масла ..	МС-20	Касторовое	МС-20	МС-20	МС-20	60% авиационного масла МК и 40% веретенного

* По старой классификации.

Система охлаждения

Для двигателей спортивных и гоночных автомобилей, как правило, применяется жидкостная система охлаждения. Воздушная система охлаждения применяется только на малолитражных гоночных автомобилях с двигателями мотоциклетного типа.

Напряженный тепловой режим двигателей гоночных автомобилей требует интенсивного отвода большого количества тепла при работе с полной нагрузкой; кроме того, должен быть обеспечен быстрый прогрев двигателя. Этим требованиям в основном удовлетворяет водяная принуди-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

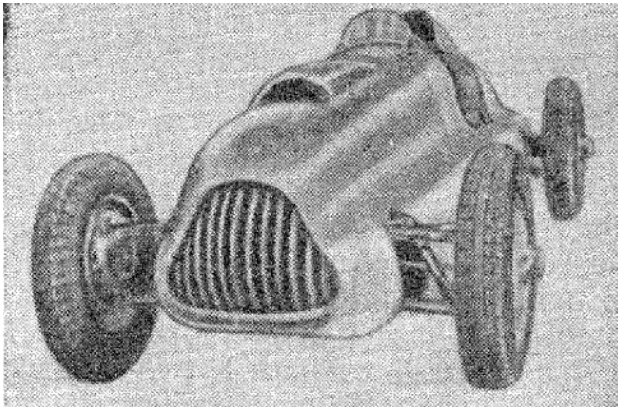


Рис. 49. Радиатор с повышенной площадью обдува на дорожно-гоночном автомобиле

тельная система охлаждения, снабженная термостатами для регулирования циркуляции воды.

Радиатор должен быть установлен так, чтобы получать хороший обдув встречным потоком воздуха (вентиляторы на гоночных автомобилях не ставятся). Установка радиаторов с большой поверхностью охлаждения в передней части автомобиля увеличивает площадь лобового сопротивления автомобиля, а следовательно, ухудшает его аэродинамические качества.

На рис. 49 представлен дорожно-гоночный автомобиль с радиатором, имеющим большую поверхность обдува, в результате чего площадь лобового сопротивления автомобиля значительно увеличилась.

В настоящее время радиатор делают более широким, но низким, при этом часть его лобовой поверхности закрыта кузовом. Для подвода к радиатору встречного потока воздуха в передней части кузова делают прорези. Прорези выполняют так, чтобы в минимальной степени ухудшить обтекаемость автомобиля, для чего проводят экспериментальные исследования. Воздух, попавший внутрь кузова, не должен иметь сильных завихрений. Для создания определенного направления потоку воздуха внутри кузова устанавливают дефлекторы. Неправильное устройство подвода воздуха к радиатору увеличивает потери на сопротивления, которые могут достигнуть 15% всей мощности, затрачиваемой на преодоление сопротивления воздуха при движении автомобиля. Рациональнее всего про-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

изводить подвод воздуха в передней части автомобиля, а отводить его — в среднем сечении автомобиля.

На некоторых рекордно-гоночных автомобилях, предназначенных для заездов на короткие дистанции, вместо радиатора устанавливают бак со льдом. Для работы в течение короткого периода времени запаса льда хватает для охлаждения проходящей через бак воды. Таяние льда вызывает интенсивное поглощение тепла и обеспечивает хорошее охлаждение двигателя.

В некоторых случаях при отсутствии радиатора устанавливают бак большой емкости с холодной водой, запаса которой хватает для охлаждения двигателя при заездах на короткие дистанции.

Циркуляция воды в системе охлаждения производится под действием центробежного насоса. Регулирование циркуляции воды осуществляется обычными гофрированными термостатами с легко кипящей жидкостью. Для улучшения прогрева двигателя впереди радиатора иногда выполняют шторки с ручным управлением.

В табл. 12 приведены данные по системам охлаждения двигателей советских гоночных автомобилей (система охлаждения — жидкостная, принудительная).

Таблица 12

Основные данные по системам охлаждения двигателей советских гоночных автомобилей

Наименование	Класс до 250 см^3 «Харьков -Л250»	Класс до 350 см^3 «Звезда М НАМИ»	Класс до 1200 см^3 «Шахтер»*	Класс 2000 см^3 «Харьков-6»	Класс до 2500 см^3 «Харьков-3»	Класс до 3000 см^3 «Дзержинец»
Емкость системы охлаждения, л	10	8	10	15	15	25
Тип радиатора	Пластинчатый	Пластинчатый	Пластинчатый	Трубчатый	Трубчатый	Трубчатый

***** По старой классификации.

Система зажигания

На современных гоночных автомобилях применяется как зажигание от магнето, так и батарейная система зажигания.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

К системе зажигания современных гоночных автомобилей предъявляются следующие требования:

1. Напряжение тока должно быть достаточно большим, чтобы преодолеть зазор между контактами свечи при высоких давлениях в цилиндре.

2. Величина напряжения тока во вторичной цепи не должна уменьшаться при большом увеличении числа оборотов.

3. Интенсивность искры должна быть достаточной для воспламенения смеси в цилиндрах двигателя.

4. Опережение зажигания должно соответствовать режиму работы двигателя и автоматически изменяться при изменении числа оборотов.

5. Приборы зажигания должны обладать большой надежностью и малым весом.

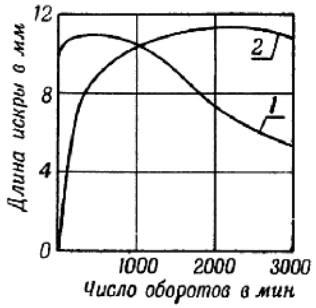


Рис. 50. Кривые изменения длины искры при батарейной системе зажигания *(1)* и зажигании от магнето *(2)* в зависимости от числа оборотов коленчатого вала

Сравнение систем батарейного зажигания и зажигания от магнето высокого напряжения указывает на ряд преимуществ последнего для большинства двигателей гоночных автомобилей. Основное преимущество магнето для быстроходных двигателей заключается в том, что оно дает более благоприятный характер изменения напряжения во вторичной обмотке с увеличением числа оборотов якоря магнето.

На рис. 50 представлены кривые изменения длины искры при батарейной системе зажигания и зажигании от магнето в зависимости от числа оборотов коленчатого вала двигателя. С увеличением числа оборотов длина искры при батарейной системе зажигания быстро уменьшается, а у магнето длина искры сначала быстро возрастает и, достигнув определенного предела, остается почти постоянной.

Указанная закономерность изменения длины искры справедлива для определенного диапазона числа оборотов (примерно до 5000 об/мин якоря магнето).

При дальнейшем увеличении числа оборотов, как показывает опыт, ввиду недостатка времени на образование

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

магнитного потока величина тока в первичной обмотке начинает уменьшаться. При этом падает и напряжение во вторичной обмотке магнето.

У некоторых двигателей гоночных автомобилей, имеющих очень высокое число оборотов (10 000 — 12 000 об/мин), а следовательно, и высокое число оборотов распределительного вала (5000 — 6000 об/мин), применяют батарейную систему зажигания.

В этом случае специальные приспособления производят быстрое замыкание контактов прерывателя после их разрыва, чтобы обеспечить скорейшее восстановление величины тока в первичной обмотке катушки зажигания.

Так как при большом числе цилиндров трудно обеспечить надежную бесперебойную работу системы батарейного зажигания, в многоцилиндровых двигателях гоночных автомобилей система зажигания делится на несколько самостоятельных линий.

Каждая линия обычно обслуживает четыре цилиндра и имеет свои прерыватель-распределитель и катушку зажигания.

Батарейная система зажигания для гоночного автомобиля более сложна, чем зажигание от магнето. Кроме того, вес всех приборов батарейного зажигания (включая аккумуляторную батарею) гораздо больше, чем вес магнето.

Преимуществом магнето является также надежность действия, даже в условиях сильных вибраций, хорошая герметичность и большая компактность. Поэтому на большинстве современных двигателей гоночных автомобилей, не имеющих очень высоких чисел оборотов, применяют магнето высокого напряжения.

При большом числе цилиндров (больше шести) часто устанавливают два магнето, причем каждое магнето обслуживает свою группу цилиндров. Например, для 12-цилиндровых V-образных двигателей применяют два магнето; каждое магнето обслуживает свой ряд цилиндров, как это показано на рис. 51.

Привод магнето* четырехтактных двигателей осуществляется обычно от распределительных валов: исполь-

* Передаточное отношение привода магнето не применяется больше чем 1 : 2.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

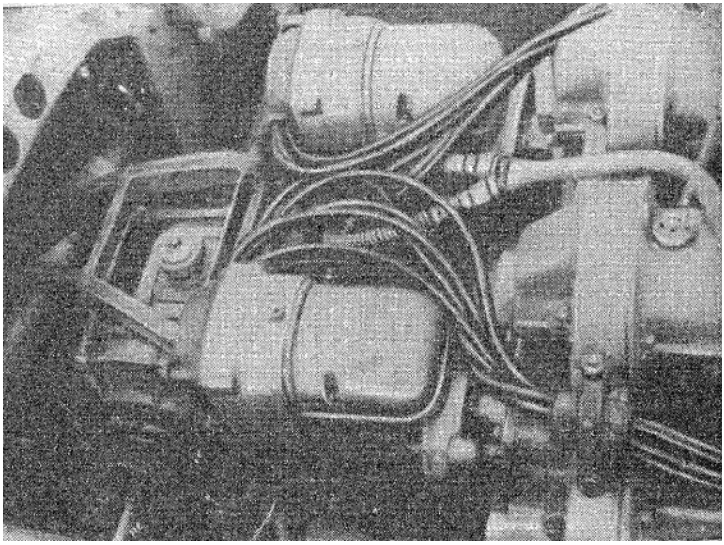


Рис. 51. Установка двух магнето на 12-цилиндровом двигателе

зуют концы распределительных валов или вводят шестеренчатую передачу с отношением 1:1.

На некоторых многоцилиндровых двигателях гоночных автомобилей применяют магнето, используемые в авиации. Для легких двигателей гоночных автомобилей с небольшим числом цилиндров применяют магнето, используемые для мотоциклов и малолитражных стационарных двигателей, как, например, магнето КАТЭК М-48.

На многих отечественных двигателях спортивных и гоночных автомобилей, построенных на базе серийных двигателей, сохраняют батарейную систему зажигания, вводя лишь некоторые изменения.

Для уменьшения веса автомобиля и потерь на привод генератора последний снимают с двигателя, и питание системы зажигания током низкого напряжения производится исключительно от аккумуляторной батареи. Хорошо заряженная батарея может обеспечить питание током только одной системы зажигания в течение длительного периода, достаточного для соревнований на большие дистанции.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Увеличение числа оборотов коленчатого вала двигателя вызывает необходимость усиления пружины рычажка прерывателя или установки второй дополнительной пружины с тем, чтобы избежать вибрации подвижного контакта.

Вес рычажка необходимо уменьшить, так как увеличение сил инерции вызывает запаздывание замыкания контактов и перебои в работе прерывателя на больших оборотах.

Катушки зажигания применяют обычного типа. Для обеспечения бесперебойной работы системы зажигания следует устанавливать запасную катушку зажигания, которая может быть быстро включена в цепь в случае неисправности основной.

К запальным свечам двигателей гоночных автомобилей предъявляют особенно высокие требования: высокую прочность, стойкость под действием высоких температур, способность изолятора сохранять свои диэлектрические свойства и хорошую герметичность свечи в сопряжении центральный электрод — изолятор.

Свечи имеют определенную тепловую характеристику, выражаемую так называемым калильным числом. Калильное число характеризует тепловое состояние свечи, температура отдельных частей которой должна находиться в определенных пределах. Нижний конец изолятора свечи и центральный электрод при сильном нагреве могут явиться: источником калильного зажигания, поэтому их температура не должна превышать 800—850°.

Недостаточный нагрев нижнего конца изолятора вызывает отказ в работе свечи, так как масло, попадающее на изолятор, неполностью сгорает, в результате чего через образовавшийся налет нагара ток может проходить с центрального электрода на массу. Для полного сгорания масла нижний конец изолятора должен иметь температуру около 500—580°, называемую температурой самоочищения свечи.

Свеча должна иметь определенную теплоотдачу с тем, чтобы обеспечить поддержание температуры нижнего конца изолятора в необходимых пределах в зависимости от тепловой нагрузки двигателя.

Свечи с большой теплоотдачей носят название «холодных» свечей и имеют наиболее высокие калильные числа. Свечи с малой теплоотдачей (наименьшим калильным чи-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

слом) называются «горячими» свечами и применяются на тихоходных не форсированных двигателях.

Калильное число свечи будет тем больше, чем меньше поверхность обогрева изолятора горячими газами, поэтому холодные свечи имеют очень короткую юбочку изолятора. Для лучшего отвода тепла от центрального электрода он должен быть достаточно массивным. У свечей с высоким

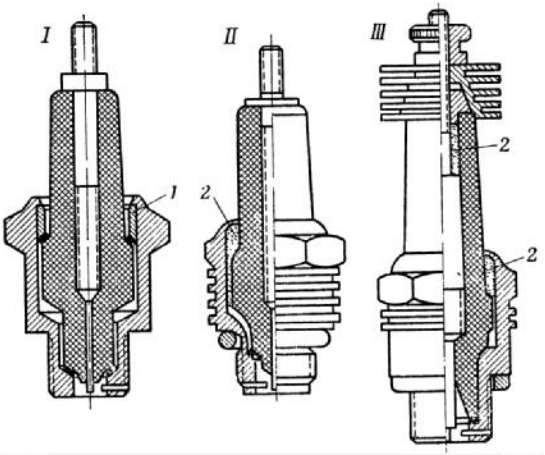


Рис. 52. Отечественные высококалильные свечи с керамическими изоляторами:

I — типа НМ1 2-3 с корундизовым изолятором завода им. Ломоносова, *II* — типа СГ с уралитовым изолятором завода «Ленкарз», *III*— типа ВКС с кристаллокорундовым изолятором завода АТЭ-2, *1* — нажимная втулка, *2* — герметик

калильным числом в верхней части устраивается специальный ребристый радиатор, как у свечей ВКС-21 и ВКС-28. Отвод тепла от свечи улучшается с уменьшением ее размера, поэтому на большинстве двигателей гоночных автомобилей применяют свечи с небольшим диаметром ввертываемой части (14 мм).

В последнее время получают распространение свечи, имеющие диаметр 10 мм.

Свечи малых размеров занимают меньшее простран-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

ство в камере сгорания, поверхность которой при полусферической форме стараются полностью использовать для более рационального расположения клапанов.

На рис. 52 представлены отечественные запальные свечи с высоким калильным числом, а на рис. 53 — основные типы таких же свечей завода АТЭ-2.

Чем выше степень сжатия и число оборотов коленчатого вала двигателя, тем с большим калильным числом должны быть установлены на нем свечи. «Холодные»

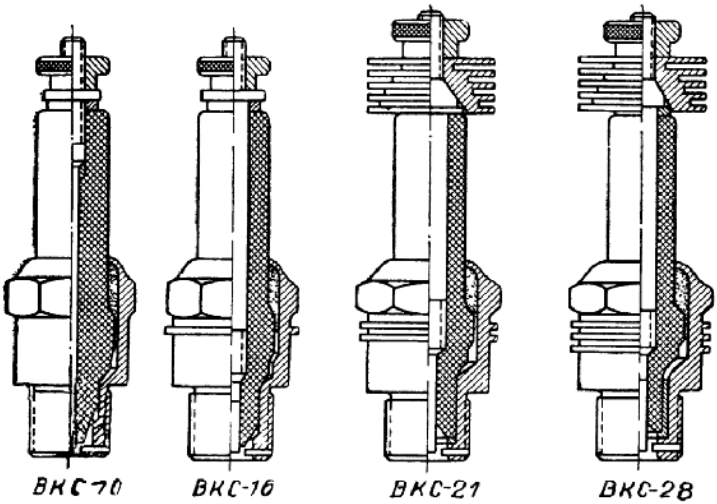


Рис. 53. Основные типы высококалильных свечей завода АТЭ-2

свечи выпускаются в настоящее время с калильными числами от 200 до 600.

В табл. 13 приведены данные для выбора свечей в зависимости от типа и форсировки двигателя.

Иногда свечи устанавливаются в углублении камеры сгорания, имеющем перегородку с небольшим отверстием диаметром 7—9 мм. При этом ввертываемая часть свечи отделена от основного объема камеры сгорания и подвергается меньшему нагреву и забрасыванию маслом.

Подбор свечи для того или иного двигателя, помимо степени его форсировки, зависит также от предполагаемого режима работы, сорта топлива и регулировки карбюратора.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Таблица 13

Тепловая характеристика основных типов 14-миллиметровых свечей

Тип свечи	Материал центрального электрода свечи	Калильное число	Какой степени сжатия соответствует	
			четырехтактный процесс	двухтактный процесс
ВКС-9	Никель-марганец (тонкий)	220	6—7	—
ВКС-12	Никель-марганец (толстый)	260	7,5—8	7
ВКС-15	То же.....	300	8,5—9,5	8
ВКС-17	Медный сплошной	340	10—11	9
ВКС-18	Медный с вольфрамовым наконечником.....	360	11—12	10
ВКС-20	То же.....	400	13	14—15*
ВКС-22	» »	450	14	16—18*
ВКС-23	» »	500	Для перспективных двигателей гоночных автомобилей	22*
ВКС-25	» »	550		
ВКС-28	» »	600		

* Данные указаны без учета выпускных окон.

Работа двигателя в условиях часто меняющегося режима, например на кольцевых гонках, требует установки более горячей свечи, так как при уменьшении нагрузки может происходить забрасывание свечи маслом. При работе двигателя с постоянным режимом и полной нагрузкой (это наиболее характерно для рекордных заездов) применяют более холодные свечи. Подбор свечей производят обычно при стендовых испытаниях двигателя с регулировкой карбюратора, соответствующей получению максимальной мощности. При максимальной мощности двигателя правильно подобранная свеча должна давать калильное зажигание, если увеличить угол опережения зажигания на 6—8° по сравнению с наивыгоднейшим.

Устойчивая работа двигателя с полной нагрузкой в течение нескольких минут без появления калильного зажигания, при наивыгоднейшем угле опережения зажигания, дает гарантию надежной работы свечи на длительный период.

При установке свечей с высоким калильным числом

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

затрудняется прогрев двигателя и происходит нагарообразование на электродах свечей. Вследствие этого для предварительного прогрева применяют свечи с небольшим калильным числом, которые затем заменяют свечами с высоким калильным числом.

Недостаточная прочность свечей приводит к выдавливанию центрального электрода из изолятора. Необходима также высокая сопротивляемость электродов действию высоких температур, так как в противном случае происходит быстрое оплавление электродов. Данные по электрооборудованию даны в табл. 13 а.

Таблица 13а

Основные данные по системам электрооборудования советских гоночных автомобилей

Наименование	Кл. до 250 см^3 «Харьков-Л250»	Кл. до 360 см^3 «Звезда М НАМИ»	Кл. до 1200 см^3 «Шахтер»*
Система зажигания	От магнето	От магнето	Батарейная
Тип магнето	М-48	М-48	Нет
Тип свечей и калильное число	ВКС-300	СД-82/2—450	АС-18
Аккумулятор	Нет	Нет	3-СТЭ-6
Генератор	Нет	Нет	Г-28

Продолжение

Наименование	Кл. до 2000 см^3 «Харьков-6»	Кл. до 2500 см^3 «Харьков»*	Кл до 3000 см^3 «Дзержинец»
Система зажигания	От магнето	Батарейная	Батарейная
Тип магнето	2 типа М-48	Нет	Нет
Тип свечей и калильное число	Н-82-360	АС-182	Н-82-360
Аккумулятор	Нет	6-СТЭ-60	6-СТЭ-60
Генератор	Нет	Нет	Г-21

* По старой классификации

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

ТОПЛИВО ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ СКОРОСТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Основные свойства топлива

Топливо, применяемое для высокофорсированных двигателей, должно обладать следующими свойствами:

1. Стойкостью в отношении детонации, чтобы обеспечить возможность работы двигателя с высокими степенями сжатия и давлениями наддува.
2. Высокой теплотворностью.
3. Хорошей испаряемостью.

Качество того или иного топлива зависит от его элементарного состава и химической структуры. Большинство топлив представляет собою углеводородные соединения, а в состав спиртов входит также и кислород.

Автомобильные и авиационные бензины состоят из различных углеводородов, относящихся даже к различным группам.

Антидетонационные свойства топлива. Антидетонационная стойкость топлива для высокофорсированного двигателя приобретает в настоящее время особенно большое значение. Детонация представляет собою ненормальный процесс сгорания, протекающий с очень высокими скоростями (около 2000—3000 м/сек). Внешними признаками детонации служит появление резкого металлического стука, перегрев двигателя, неполное сгорание топлива, заметное по появлению черного дыма. Появление детонации вызывает уменьшение мощности двигателя и создает резко возрастающие нагрузки на детали шатунно-кривошипного механизма. Склонность топлива к детонации усиливается с повышением давления и температуры в копне хода сжатия.

Так как повышение давления в конце хода сжатия является одним из основных условий повышения мощности двигателя, то у двигателей без нагнетателей повышают степень сжатия, а у двигателей с нагнетателями — давление наддува. Пределом повышения давления в конце хода сжатия является возможность возникновения детонации, в связи с чем особенное значение приобретает антидетонационная стойкость топлива, которую повышают различными способами.

Появление детонации зависит также от условий

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

работы двигателя. С увеличением числа оборотов коленчатого вала двигателя (а следовательно, и с увеличением скорости поршня) при постоянном открытии дросселя детонация уменьшается, так как с увеличением числа оборотов снижаются давления и температуры процесса сгорания.

Стойкость топлива в отношении детонации определяется его октановым числом при работе двигателя на обедненной смеси. Октановое число является условной величиной, показывающей стойкость данного топлива по отношению к детонации по сравнению со смесью двух углеводородов гептана и изооктана. Процентное содержание изооктана в смеси с гептаном, дающей такую же антидетонационную стойкость, как данное топливо, является для последнего его октановым числом.

Изооктан является наиболее стойким в отношении детонации углеводородом, поэтому чем больше его содержание в смеси, тем выше ее антидетонационные свойства. Следовательно, топлива имеют тем большую стойкость в отношении к детонации, чем выше их октановое число.

В табл. 14 приведен элементарный состав некоторых углеводородов и спиртов и даны их октановые числа.

Таблица 14

Элементарный состав некоторых углеводородов и их октановые числа

Наименование углеводорода (или спирта)	Группа	Химическая формула	Элементарный состав			Октановое число
			C	H	O	
Метан	Парафиновая	CH_4	75,0	25,0	—	125
Этан	»	C_2H_6	80,0	20,0	—	125
Пропан	»	C_3H_8	81,8	18,2	—	125
Бутан	»	C_4H_{10}	82,8	17,2	—	91
Гексан	»	C_6H_{14}	83,7	16,3	—	59
Гептан	»	C_7H_{16}	84,0	16,0	—	0
Октан	»	C_8H_{18}	84,2	15,8	—	—19
Изооктан	»	C_8H_{18}	84,5	16,0	—	100
Бензол	Ароматическая	C_6H_6	92,3	7,7	—	96
Толуол	»	C_7H_8	91,4	8,6	—	106
Ксилол	»	C_8H_{10}	90,6	9,4	—	100
Спирт этиловый	Спиртовая	C_2H_5OH	52,2	13,0	34,8	100
Спирт метиловый ...	»	CH_3OH	37,5	12,5	50,0	100

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Обычные автомобильные бензины имеют в своем составе различные углеводороды. Качество автомобильных бензинов определяется ГОСТ 2084-48 (табл. 15).

Таблица 15

Бензины автомобильные (по ГОСТ 2084-48)

Физико-химические свойства	Марки бензина		
	А-66	А-70	А-74
Октановое число	66	70	74
Содержание этиловой жидкости Р-9 в 1 кг бензина (в мл), не более	1,5	1,5	Отсутствует
Фракционный состав: температура начала перегонки (в °), не ниже	—	—	35
10% перегоняется при температуре (в °), не выше	79	79	70
50% перегоняется при температуре (в °), не выше	145	145	105
90% перегоняется при температуре (в °), не выше	195	195	165
Конец кипения (в °), не выше	205	205	180
Остаток в колбе (в %), не более	1,5	1,5	1,5
Остаток и потери (в %) в сумме, не более	4,5	4,5	2,5
Упругость паров по Рейду (в мм рт. ст.), не более	500	500	500
Содержание фактических смол в 100 мл бензина (в мг), не более	10	10	6
Индукционный период (в мин.), не менее	240	240	600
Содержание серы (в %), не более	0,15	0,15	0,1
Проба на медную пластинку	Выдерживает		
Содержание водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствует		
Содержание механических примесей и воды	»		

Как видно из приведенных таблиц, обычные автомобильные бензины имеют относительно невысокие октановые числа.

Для улучшения антидетонационных качеств бензинов к ним добавляют специальные антидетонаторы. Наиболее сильно действующим антидетонатором является тетраэти-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

ловый свинец, его действие в 600 раз сильнее действия бензола. В чистом виде тетраэтиловый свинец не применяется, а обычно используется в виде так называемой этиловой жидкости марки Р-9. В состав этиловой жидкости входят компоненты, предотвращающие отложение свинца на клапанах, электродах свечи и стенках камеры сгорания.

Присадка незначительных (не более 3 $см^3$ на 1 кг бензина) количеств этиловой жидкости намного улучшает антидетонационные свойства бензинов. Дальнейшее увеличение количества этиловой жидкости в присадке не дает заметного улучшения антидетонационной стойкости бензина.

В табл. 16 приведены данные по результатам присадки этиловой жидкости.

Таблица 16

Октановые числа бензинов с присадкой этиловой жидкости (по Забрянскому)

Наименование топлива	Октановые числа при добавлении этиловой жидкости, $см^3$/кг			
	0	1	2	3
Бакинский авиационный бензин Б-59	56	75	79	82
Бакинский авиационный бензин Б-70	73	82	86	89
Бакинский авиационный бензин Б-78	78	86	90	92
30% бензола + 70% Б-70	77	—	89	91
30% алкилбензола + 70% Б-59	73	84	87	90

Для двигателей спортивных и гоночных автомобилей широкое применение имеют бензино-бензольные смеси, обладающие довольно высокими антидетонационными свойствами. При этом бензол должен быть высокого качества; лучше всего использовать авиационный бензол нефтяного происхождения, так называемый пиро-бензол.

В табл. 17 приведены октановые числа смесей бензина А-70 с авиационным бензолом.

Для высокофорсированных двигателей применяют спиртовые смеси, обладающие высокой антидетонационной стойкостью, а также некоторыми другими положи-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

тельными свойствами, о которых будет сказано ниже. В зависимости от степени форсировки двигателя применяют различный состав этих смесей. Часто применяют тройную смесь, состоящую из трех равных объемных частей бензина, бензола и спирта.

Таблица 17

Октановые числа различных бензино-бензольных смесей

Содержание бензина, %	Содержание бензола, %	Октановое число смеси
80	20	73
70	30	75
60	40	78
50	50	82
40	60	85
30	70	88
20	80	94
15	85	97

Теплотворность топлива. Под теплотворностью топлива понимается количество тепла, выделяемое при полном сгорании 1 кг топлива. Чем выше теплотворность топлива, тем большее количество работы можно получить при его сгорании в цилиндрах двигателя. Но в цилиндры двигателя топливо поступает в смеси с воздухом, поэтому эффективность работы двигателя зависит от теплотворности топливовоздушной смеси. Некоторые топлива, имеющие небольшую теплотворность, но требующие для своего полного окисления небольшого количества воздуха, обладают достаточно высокой теплотворностью топливовоздушной смеси.

В табл. 18 приведены низшие теплотворности топлив и соответствующих топливовоздушных смесей.

Если же взять теплотворность 1 $м^3$ топливовоздушной смеси (при 15° и нормальном давлении), то она будет примерно одинаковой для различных видов топлив и равной около 820—850 $кал/м^3$.

Как видно из табл. 17, метиловый спирт, имеющий наименьшую теплотворность, дает высокую теплотворность топливовоздушной смеси. При работе на метиловом

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Таблица 18

Низшая теплотворность топлив и топливовоздушных смесей

Топливо	Теплотворность		Теоретически необходимое количество воздуха (в кг) для сгорания 1 кг топлива
	Топлива, ккал/кг	Топливовоздушной смеси, ккал/м^3	
Бензин	10 600	830	14,9
Бензол	9800	843	13,4
Этиловый спирт	6200	818	8,4
Метиловый спирт	5320	815	6,53

спирте от двигателя можно получить высокую мощность. Расход топлива обратно пропорционален теплотворности и резко возрастает при использовании таких топлив, как спирт; поэтому применение топлив с низкой теплотворностью целесообразно лишь в некоторых случаях. Основным компонентом топливных смесей для большинства двигателей скоростных автомобилей является бензин, обладающий наивысшей теплотворностью.

Испаряемость топлива. Испаряемость оценивается по температуре, при которой выкипает определенное количество топлива (в % от нагреваемого объема). Температура, при которой выкипает 10% топлива, характеризует его пусковые качества; температура, соответствующая выкипанию 50% топлива, характеризует его способность обеспечить двигателю приемистость; температура выкипания 90% топлива определяет его качества с точки зрения разжижения смазки.

В табл. 15 приведены данные по испаряемости бензинов основных марок.

Испаряемость топлива влияет на смесеобразование. Частицы неиспаренного топлива осаждаются на стенках впускного трубопровода. Смесь с неиспаренными частицами топлива плохо сгорает, более склонна к детонации; частицы жидкого топлива, попадая на стенки цилиндров, смывают смазку и способствуют появлению коррозии на металлической поверхности. Поэтому топлива для двигателей гоночных автомобилей должны обладать хорошей испаряемостью.

Но на испарение топлива затрачивается тепло топливо-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

воздушной смеси. При этом температура ее понижается, а плотность увеличивается. Температура смеси понижается тем больше, чем выше .скрытая теплота испарения данного топлива. Основные автомобильные топлива имеют следующую скрытую теплоту испарения: бензин 75 ккал/кг, бензол 95 ккал/кг, этиловый спирт 200 ккал/кг, метиловый спирт 260 ккал/кг.

Спирты, имеющие наибольшую скрытую теплоту испарения, больше других топлив понижают температуру топливовоздушной смеси.

Низкая температура топливовоздушной смеси способствует внутреннему охлаждению цилиндров двигателя. Сравнительно холодная смесь, поступая в цилиндры, отнимает тепло от наиболее нагретых поверхностей и уменьшает температуру в конце хода сжатия. Более низкая температура смеси в конце хода сжатия уменьшает опасность появления детонации.

Наибольшее внутреннее охлаждение цилиндров двигателя дает применение спирта, так как он имеет наиболее высокую скрытую теплоту испарения. Большое количество спирта в смеси содействует лучшему охлаждению двигателя.

Пределы воспламеняемости топливовоздушной смеси устанавливаются по ее составу, определяемому коэффициентом избытка воздуха.

Низшим пределом воспламеняемости для большинства топливовоздушных смесей является богатая смесь с α = 0,4 — 0,5, высший предел воспламеняемости соответствует бедной смеси с α = 1,15— 1,2. Для двигателей гоночных автомобилей применяют исключительно обогащенные смеси, при которых двигатель может развить большую мощность. Поэтому необходимо обеспечить надежное воспламенение смеси при малых значениях α. Наилучшие результаты в этом случае дает спирт, обеспечивающий хорошую воспламеняемость от электрической искры при изменении состава топливовоздушной смеси в широком диапазоне.

Нагарообразование. Крекинг-бензины и каменноугольный бензол дают большое образование нагара и смолистых отложений. Поэтому их применение в двигателях гоночных автомобилей крайне нежелательно. Наиболее полное сгорание без образования нагара дает спирт.

Стабильность топлива. Крекинг-бензин отличается

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

также плохой стабильностью и изменяет свои качества при более или менее длительном хранении.

Стабильность имеет большое значение для топливных смесей с содержанием спирта, так как при низкой температуре они имеют склонность к расслаиванию. Для сохранения стабильности спиртовых смесей в них добавляют специальные стабилизаторы, как, например, ацетон (до 10%), бутиловый спирт (до 15%). Роль стабилизатора выполняет также бензол, вследствие чего тройные смеси (бензин-бензол-спирт) более стойки против расслаивания.

Выбор топлива для скоростных автомобилей

Выбор топлива для автомобилей, принимающих участие в скоростных соревнованиях, зависит от типа и степени форсировки двигателей, установленных на этих автомобилях, а также условий соревнований. Состав топлива часто регламентируется правилами соревнований. В некоторых соревнованиях как для серийных, так и для гоночных автомобилей ограничивается октановое число применяемого топлива, а иногда указывается определенный вид топлива.

Когда выбор топлива предоставляется на усмотрение участников, последним приходится считаться с продолжительностью и дистанцией соревнований.

При линейных шоссейных соревнованиях на большую дистанцию очень важно обеспечить наименьший расход топлива с тем, чтобы сократить запас его на автомобиле и уменьшить вес автомобиля. В соревнованиях на короткие дистанции и при рекордных заездах расход топлива не имеет большого значения; поэтому выбор топлива производят, исходя из требований получения наибольшей мощности двигателя.

Для серийных автомобилей, приспособленных к спортивным целям, применяют обычно автомобильный бензин с наибольшим октановым числом и с присадкой сильных антидетонаторов типа этиловой жидкости.

Спортивные автомобили работают обычно на высокооктановых бензинах и бензино-бензольных смесях.

Для дорожно-гоночных автомобилей в соревнованиях на большие дистанции применяют обычно смеси из высокооктанового бензина и высокосортного нефтяного пиробензола.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Рекордно-гоночные автомобили работают, как правило, на спиртовых смесях, основу которых составляет метиловый спирт. Для рекордных заездов на большие дистанции двигатели рекордно-гоночных автомобилей подвергают иногда некоторому уменьшению форсировки (по сравнению с заездами на короткие дистанции). В этом случае для них также используют бензино-бензольные смеси.

Двухтактные двигатели гоночных автомобилей, работающие с наиболее напряженным тепловым режимом, яри значительной форсировке, требуют применения Метилового спирта, обеспечивающего хорошее внутреннее охлаждение цилиндров двигателя.

Степень форсировки двигателя, являющаяся основным фактором, влияющим на выбор сорта топлива, определяется величиной степени сжатия или величиной давления наддува (для двигателей с нагнетателями). Значительное влияние на выбор топлива при данной степени сжатия имеет также диаметр цилиндров двигателя, материал, из которого выполнены цилиндры, головки и поршни и форма камеры сгорания.

При уменьшении диаметра цилиндров тепловые напряжения в них уменьшаются и может быть допущено топливо с меньшей детонационной стойкостью. Применение материалов, имеющих большую теплопроводность для указанных выше деталей, позволяет несколько снизить требования к топливу в отношении стойкости к детонации.

Применение полусферических камер с верхними клапанами позволяет увеличить степень сжатия при работе на тех же сортах топлива по сравнению с нижнеклапанными двигателями.

Расход топлива

Скоростные автомобили различных типов имеют различные расходы топлива. Как и для стандартных автомобилей, расход топлива зависит от ряда факторов: конструкции автомобиля (размеры, вес, обтекаемость); типа и мощности двигателя; сорта применяемого топлива; состава смеси (регулировка карбюратора); скорости движения автомобиля и др. С увеличением скорости движения автомобиля увеличиваются затраты мощности на преодоление сопротивления качению и воздуха, а следовательно, и расход топлива.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Для серийных автомобилей, участвующих в скоростных соревнованиях, расход топлива увеличивается при скоростях 140—150 км/час на 35—50% по сравнению с существующими нормами.

В табл. 19 приведены расходы топлива на автомобилях М-20, участвовавших в шоссейных гонках 1951 и 1952 гг.

Таблица 19

Расход топлива автомобилями М-20 в соревнованиях 1951 и 1952 гг.

Занятое место	1951 г.			1952 г.		
	Фамилия водителя	Средняя скорость, км/час	Расход топлива, л/100км.	Фамилия водителя	Средняя скорость, км/час	Расход топлива, л/100км.
1	Дашков Л.	152,1	15,3	Метелев М.	142,9	21
2	Попов Б.	149,4	18,7	Попов Б.	136,1	16
3	Рябинин Я.	147,5	18,3	Кияев Д.	135,4	21
4	Кияев Д.	146,8	18,3	Зайцев М.	135,1	18
5	Китаев В.	145,4	25,0	Вдовиченко.	133,9	22
6	Смирнов А.	142,6	21,7	Ткаченко С.	132,8	17
7	Соболев В.	140,3	20,5	Егорова Г.	130,4	16
8	Смирнов Л.	138,0	20,5	Сорокин Н.	129,1	21
9	Мозгунов М.	135,6	20,0	Бокша Н.	126,4	17
	Средние данные	144,2	19,8		133,6	18,8

В 1951 г. соревнования проводились на дистанцию 300 км, а в 1952 г. — на дистанцию 500 км. В соревнованиях 1951 г. автомобили М-20 имели увеличенный рабочий объем двигателя до 2,49 л, а в соревнованиях 1952 г. рабочий объем двигателей оставался стандартным — 2,12 л.

Этим объясняется более высокий расход топлива автомобилями, участвовавшими в соревнованиях в 1951 г.

Автомобили Горьковского автомобильного завода с одинаковой подготовкой имели одинаковый расход топлива. Значительные колебания в расходе топлива некоторыми автомобилями были вызваны различными способами подготовки автомобилей к соревнованиям и различной регулировкой карбюраторов.

На всех автомобилях, имевших наименьший расход топлива, было установлено по два карбюратора К-22А

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

с отдельными впускными патрубками на каждые два цилиндра.

Установка одного карбюратора МКЗ-ЛЗ не дала положительных результатов как в отношении увеличения вредней скорости движения автомобиля, так и в отношении экономичности.

Спортивные автомобили, построенные на базе серийных автомобилей, при скоростях движения до 200 км/час дают увеличение расхода топлива примерно на 30—40% ***по*** сравнению с нормами расхода топлива для легковых автомобилей соответствующих классов. Сравнительно небольшое ухудшение экономичности спортивных автомобилей при резком возрастании скорости движения объясняется меньшим удельным расходом топлива вследствие более совершенной конструкции двигателя и работы его с полной нагрузкой, а также улучшения обтекаемости и снижения веса автомобиля.

Рекордно-гоночные автомобили имеют резко повышенные расходы топлива, в особенности при работе на спиртовых смесях. Удельные расходы топлива достигают у некоторых двигателей до 1 кг/л в час, а абсолютные расходы топлива автомобилей «старших» классов, снабженных нагнетателями, составляют 100—120 л/100 км.

СИСТЕМА ПИТАНИЯ

На автомобилях, принимающих участие в скоростных соревнованиях, применяют карбюраторы различных типов.

Серийные автомобили, предназначенные для скоростных соревнований, и спортивные автомобили имеют стандартные карбюраторы легковых автомобилей с измененной регулировкой. На многих гоночных автомобилях также применяют стандартные карбюраторы, но иногда устанавливают специальные карбюраторы. На малолитражных двигателях гоночных автомобилей обычно применяют карбюраторы мотоциклетного типа.

К карбюраторам высокофорсированных быстроходных двигателей предъявляют следующие основные требования:

1. Приготовление горючей смеси необходимого состава для обеспечения максимальной мощности двигателя. Хорошее распыливание топлива и перемешивание его с воздухом.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

2. Автоматическое поддержание наивыгоднейшего состава горючей смеси.
3. Обеспечение двигателю хорошей приемистости.
4. Наименьшее сопротивление впуску горючей смеси.

Для получения наибольшей мощности двигателя карбюраторы скоростных автомобилей регулируются на приготовление обогащенных смесей. Состав горючей смеси характеризуется коэффициентом избытка воздуха α; чем меньше величина α, тем более обогащенной является горючая смесь.

На рис. 54 представлена кривая изменения мощности двигателя при работе на полном открытии дросселя в зависимости от состава горючей смеси.

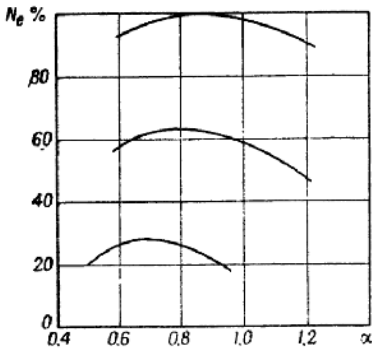


Рис. 54. Кривые изменения мощности двигателя в зависимости от состава горючей смеси

Наибольшую мощность двигатель развивает при работе на бензино-воздушной смеси с α=0,8 + 0,85. Смесь, обеспечивающая наибольшую мощность двигателя, называется мощностной.

С уменьшением нагрузки двигателя (прикрытие дросселя) состав мощностной смеси изменяется в сторону еще большего обогащения. При постоянной нагрузке двигателя и изменении числа оборотов коленчатого вала состав мощностной смеси практически остается неизменным. При работе двигателя на малых оборотах вследствие малой скорости воздуха в диффузоре распыливание топлива ухудшается и требуется некоторое обогащение смеси.

Так как двигатели скоростных автомобилей работают в основном при больших нагрузках и оборотах, они должны получать обогащенную смесь.

Даже весьма кратковременное обеднение смеси может привести к тяжелым последствиям для двигателя, вызвав его значительный перегрев, тогда как обогащенная смесь обеспечивает внутреннее охлаждение цилиндров двигателя.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

В двухтактных двигателях с нагнетателями, отличающихся особенно напряженным тепловым режимом, внезапное обеднение смеси часто приводит к прогоранию поршней.

Карбюраторы скоростных автомобилей. На отечественных гоночных автомобилях большей частью применяются стандартные карбюраторы К-22А, К-25 и МКЗ-ЛЗ.

Получение обогащенного состава горючей смеси в карбюраторах всех типов обеспечивается увеличением сечения жиклеров. Сечение жиклеров подбирается в соответствии с сортом топлива. При этом следует учитывать большее содержание в топливовоздушной смеси (по сравнению с бензино-воздушной смесью) таких топлив, как бензол, толуол и спирт.

Некоторые топлива, как, например, бензол, имеют большую вязкость, что увеличивает сопротивление при прохождении через жиклеры. Таким образом, при применении этих топлив нужно увеличивать производительность жиклеров.

Ориентировочно о производительности жиклера можно судить по его диаметру.

Ниже даны примерные данные изменения диаметра жиклеров в зависимости от вида применяемого топлива*:

Топливо	Изменение диаметра жиклера. %
Бензол	120
Толуол	125
Спирт этиловый	161
Спирт метиловый	221

В карбюраторах с регулировочной иглой для повышения производительности жиклера, помимо увеличения диаметра жиклера, уменьшают также сечение конической части регулировочной иглы.

Производительность жиклеров определяется на обычных тарировочных приборах.

Приводимые ниже данные показывают, в каких пределах изменяется производительность жиклеров для двухтактного двигателя (с нагнетателем) с рабочим объемом до 350 $см^3$ в зависимости от вида топлива:

* Диаметр жиклера при применении бензина принят за 100%.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Топливо	Производительность жиклера, $см^3$/мин
Смесь из 50% бензина и 50% бензола	450 — 500
Тройная смесь	700 — 800
Спирт этиловый	900 — 950
Спирт метиловый	1100 —1200

Хорошее распыливание топлива и перемешивание его с воздухом происходит при достаточно высокой скорости воздуха в диффузоре. Для уменьшения сопротивления впуску смеси увеличивают сечение диффузора, но так, чтобы обеспечить достаточно высокую скорость движения воздуха в диффузоре.

Способы автоматического поддержания наивыгоднейшего состава горючей смеси в специальных карбюраторах скоростных автомобилей такие же, как и в карбюраторах серийных автомобилей. Наиболее распространенным в последнее время является способ пневматического торможения топлива.

При использовании стандартных карбюраторов для спортивных и гоночных автомобилей сохраняется система насоса-ускорителя, обогащающая смесь при резком открытии дроссельной заслонки и обеспечивающая хорошую приемистость двигателя.

Уменьшение сопротивления впуску горючей смеси достигается установкой на двигатель нескольких карбюраторов. Каждый карбюратор обеспечивает питание двух-трех цилиндров, благодаря чему карбюратор располагается ближе к впускным каналам соответствующих цилиндров; длина впускного тракта при этом сокращается и трубопроводы имеют более простую форму. Установка нескольких карбюраторов на многоцилиндровом двигателе улучшает также распределение смеси по цилиндрам.

На рис. 55 показана установка четырех карбюраторов на 12-цилиндровом V-образном двигателе.

В некоторых случаях устанавливают отдельный карбюратор на каждый цилиндр; такой способ применяется в двигателях с числом цилиндров не больше шести. Установка большого числа карбюраторов создает трудность обеспечения одинаковой их регулировки. Синхронное управление всеми карбюраторами особых трудностей не представляет.

При установке нескольких карбюраторов с отдель-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

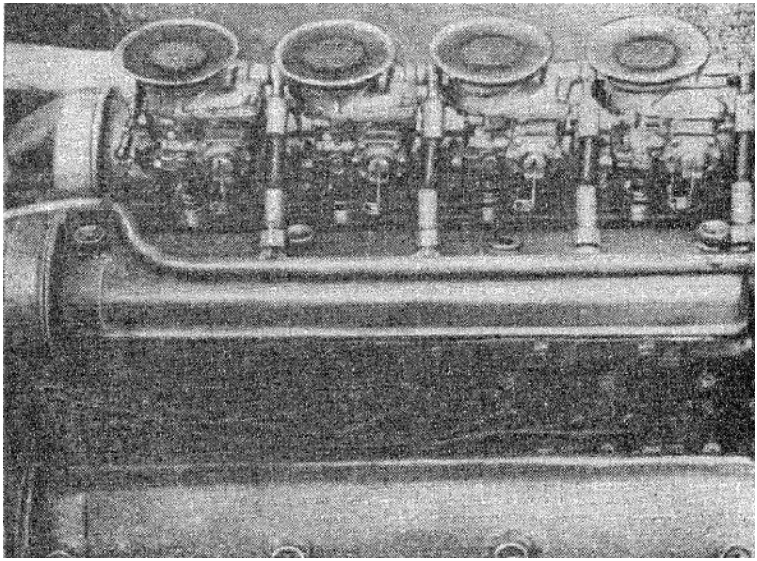


Рис. 55. Установка четырех карбюраторов на 12-цилиндровом V-образном двигателе

ными впускными патрубками необходимо соединять их между собою уравнительными трубками во избежание сильной пульсации потока горючей смеси в каждом отдельном трубопроводе.

При наличии нагнетателя обычно устанавливается один карбюратор.

На рис. 56 показана установка карбюратора на нагнетателе у автомобиля «Дзержинец»; над горловиной карбюратора виден козырек для направления потока воздуха.

Уменьшение сопротивления впуску обеспечивается также выбором рационального сечения диффузора, тщательной обработкой внутренних поверхностей диффузора и воздушного патрубка, приданием дроссельной заслонке наиболее обтекаемой формы, уменьшающей возможность завихрения потока горючей смеси.

На малолитражных гоночных двигателях типа «Харьков-Л250» устанавливаются мотоциклетные карбюраторы типа «Ленкарз». На рис. 57 и 58 представлены разрезы такого карбюратора; из поплавковой камеры *1* топливо

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

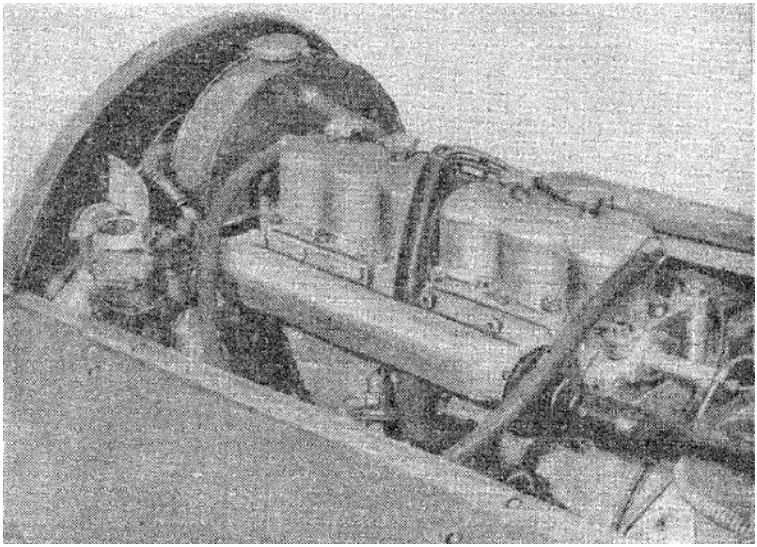


Рис. 56. Установка карбюратора на нагнетателе у автомобиля «Дзержинец»

поступает через канал *2* к жиклеру *3*, сечение которого регулируется конусной иглой *4*, и далее по каналу *5* к главному жиклеру *6*. Выходя из главного жиклера, топливо подхватывается воздушным потоком, проходящим по воздушному патрубку *10*, распыливается и перемешивается с воздухом.

Вместо дроссельной заслонки, как в карбюраторах автомобильного типа, в данном карбюраторе установлен дроссельный золотник *7*, управляемый тросом *8*.

При подъеме дроссельного золотника проходное сечение в карбюраторе увеличивается, а следовательно, растет подача смеси в цилиндры двигателя. Одновременно поднимается и конусная игла *4*, увеличивающая проход топлива к главному жиклеру.

Воздушный корректор *9* позволяет регулировать состав горючей смеси.

В отличие от других мотоциклетных карбюраторов этот карбюратор не имеет дозирующей иглы в главном жиклере, что уменьшает сопротивление истечению топлива и улучшает его распыливание. В мотоциклетной практике

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

карбюраторы этого типа получили название прямоточных.

Преимуществами таких карбюраторов является простота конструкции, небольшое сопротивление проходу смеси и возможность удобной регулировки.

На автомобилях класса 250 и 350 $см^3$ применялись карбюраторы с диаметром диффузора 26 и 27 мм.

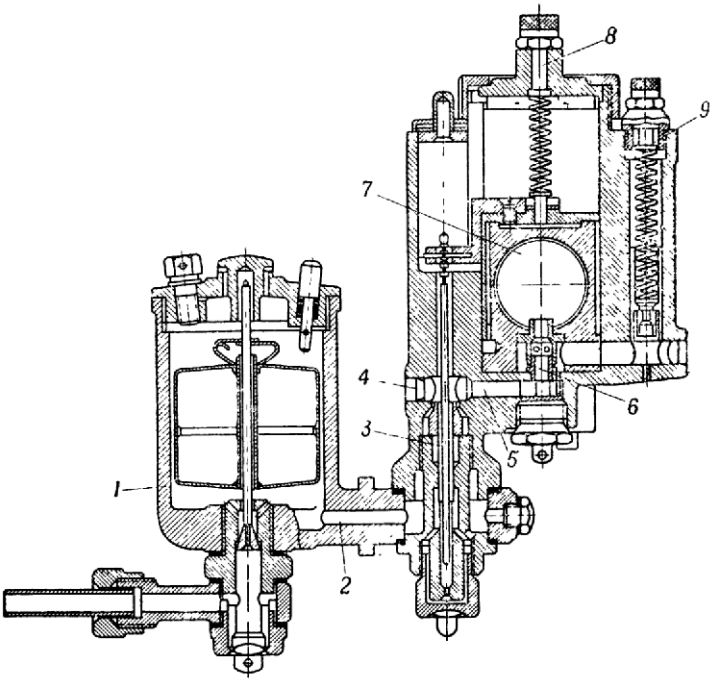


Рис. 57. Поперечный разрез карбюратора типа «Ленкарз»

Система подачи топлива. На большинстве спортивных и гоночных автомобилей устанавливаются топливоподкачивающие насосы диафрагменного типа, лишь в автомобилях с очень мощными двигателями, имеющими большой расход топлива, иногда подача его осуществляется насосами коловратного типа. Привод топливных насосов — обычно от распределительного вала.

Расположение и устройство топливных баков имеет весьма существенное значение для скоростных автомоби-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

лей. В автомобилях, предназначенных для участия в длительных соревнованиях, приходится устанавливать баки большой емкости. Расположение этих баков должно быть таким, чтобы по мере расходования топлива не происходило бы существенного изменения распределения веса по осям автомобиля. Поэтому во многих случаях топливные баки устанавливают посередине автомобиля, при этом для удобства размещения ставят по одному баку с каждой стороны от сидения водителя.

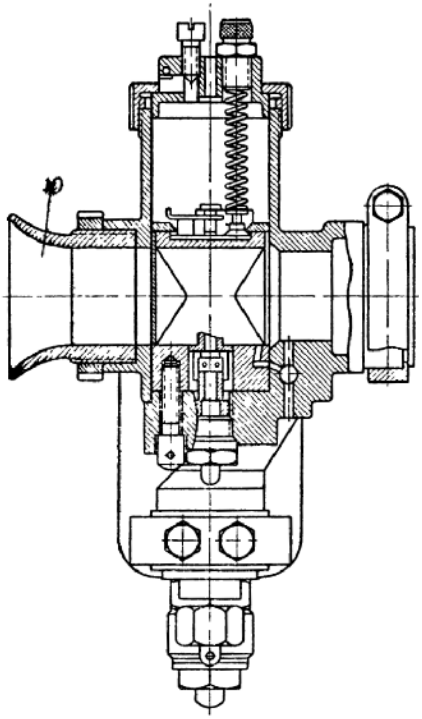


Рис. 58. Продольный разрез карбюратора типа «Ленкарз»

Топливные баки должны обладать достаточной прочностью, что имеет особенное значение для дорожно-гоночных автомобилей, участвующих в соревнованиях по сложным трассам.

Необходимо, чтобы при резком изменении направления движения автомобиля не происходило бы перемещения большой массы топлива, способной создать большую ударную нагрузку на стенки бака. В связи с этим внутри бака должно быть выполнено достаточное количество жестких перегородок, препятствующих перемещению больших масс топлива. Внешняя форма баков выбирается в соответствии с местом их расположения так, чтобы они хорошо вписывались в обтекаемые контуры кузова.

На серийных автомобилях, принимающих участие в спортивных соревнованиях, дополнительные топливные баки часто устанавливаются на месте заднего сидения (рис. 59).

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

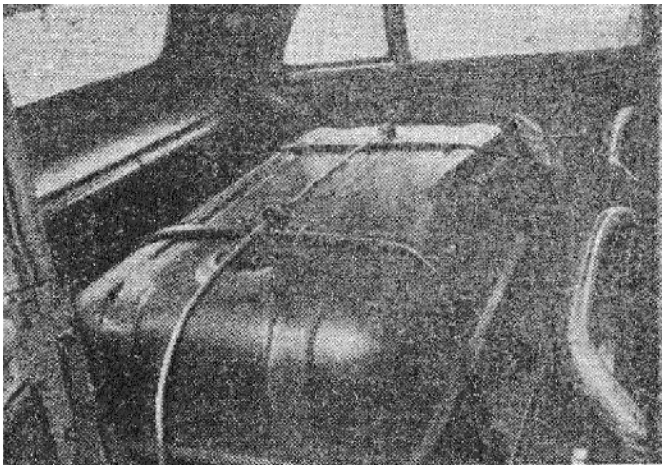


Рис. 59. Установка дополнительного топливного бака на месте заднего сидения автомобиля «Москвич»

Для уменьшения сопротивления подачи топлива топливопроводы должны иметь достаточно большое сечение, изгибы их должны быть плавными, без малых радиусов закругления. Во избежание образования паровых пробок; топливопроводы прокладываются на значительном расстоянии от сильно нагретых мест.

На гоночных автомобилях должны быть установлены, хотя бы простейшие воздушные фильтры, так как случайное попадание крупных частиц может серьезно нарушить работу двигателя и в особенности нагнетателя. На большинстве гоночных автомобилей у горловины карбюратора устанавливаются простейшие сетчатые фильтры, не представляющие существенного сопротивления для поступления воздуха.

На серийных автомобилях, участвующих в скоростных соревнованиях, часто сохраняют воздухофильтры стандартных типов, у которых удаляется часть сетки (например, на автомобилях «Москвич»), а также снимается воздушная заслонка карбюратора, создающая дополнительное сопротивление поступлению воздуха.

Система выпуска отработавших газов. Отработавшие газы должны удаляться с наименьшим сопротивлением в выпускной системе. Поэтому в гоночных автомобилях устраивают так называемый свободный выпуск через короткие выпускные патрубки или же применяют постепенно

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

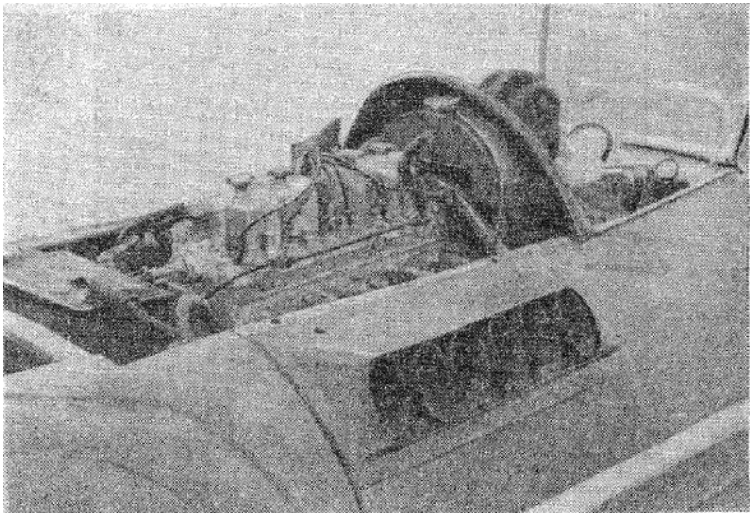


Рис. 60. Устройство выпускных патрубков с короткими раструбами на автомобиле «Дзержинец»

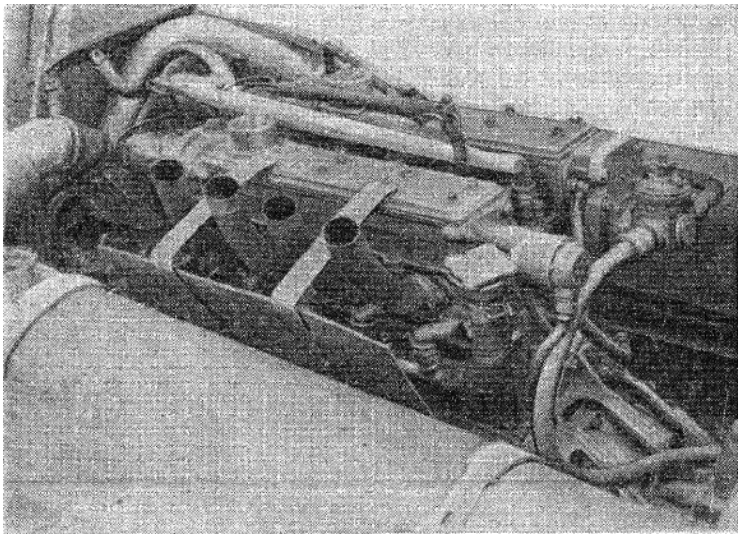


Рис. 61. Система выпуска отработавших газов автомобиля «Харьков-6»

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

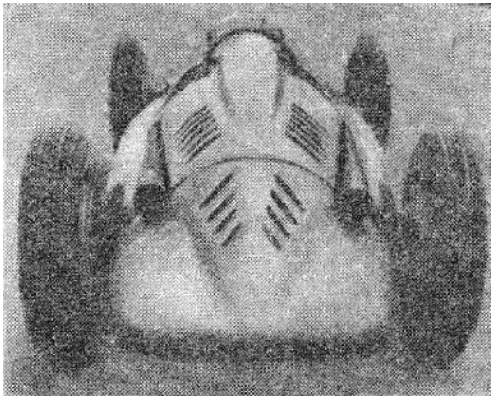


Рис. 62. Установка мегафонов на гоночном автомобиле

расширяющиеся конические раструбы — мегафоны. Свободный выпуск обычно удобнее всего выводить наверх или вбок через соответствующие прорези в кузове.

На рис. 60 показано устройство выпускных патрубков с короткими раструбами, выведенными вбок на автомобиле «Дзержинец». В автомобиле «Харьков-6» выпуск отработавших газов производится через короткие патрубки, направленные вверх (рис. 61).

Выпуск отработавших газов через длинные мегафоны, выведенные назад, показан на рис. 61.

Выбор оптимальной длины и сечения мегафонов обычно проверяют опытом.

Данные по системам питания отечественных гоночных автомобилей даны в табл. 20.

НАГНЕТАТЕЛИ

При рассмотрении конструкции гоночных двигателей указывалось, что основным способом повышения мощности двигателя является увеличение наполнения цилиндров горючей смесью. Наиболее эффективным способом увеличения наполнения является применение нагнетателей (компрессоров).

В быстроходных автомобильных двигателях без нагнетателей при оборотах, соответствующих максимальной мощности, коэффициент наполнения цилиндров горючей смесью равен 0,7 — 0,75. Дальнейшее увеличение числа

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Таблица 20

Основные данные по системе питания советских гоночных автомобилей

Наименование	Класс до 250 см^3, «Харьков-Л250»	Класс до 350 см^3, «Звезда М НАМИ»	Класс до 1200 см^3, «Шахтер» *	Класс до 2000см^3, «Харьков-6»	Класс до 2500 см^3, «Харьков-3»	Класс до 3000 см^3, «Дзержинец»
Тип карбюратора	«Ленкарз» К-91	«Ленкарз» К-91	К-25	К-80	К-22Г	МКЗ Л-3
Количество карбюраторов	1	1	2	2	2	1
Диаметр диффузора, мм	26	26	Стандарт	Стандарт	Стандарт	Стандарт
Общая емкость топливных баков, л	60	100		240	—	50
Тип воздушного фильтра	Нет	Сетчатый	Нет	Нет	Нет	Сетчатый
Сорт применяемого топлива	Метанол	Метанол	—	Метанол—80% бензол—17% ацетон— 3%	—	Бензин Б-100

* По старой классификации.

оборотов приводит к еще большему уменьшению коэффициента наполнения, в результате чего мощность двигателя начинает падать.

Это уменьшение коэффициента наполнения вызывает перегиб скоростной характеристики двигателя, происходящий у большинства форсированных двигателей без нагнетателей при 5500—6000 об/мин.

Подача смеси под давлением с помощью нагнетателя позволяет повысить наполнение цилиндров горючей смесью ($\eta_v > 1$), увеличивает мощность и смещает ее максимум в сторону большего числа оборотов.

На рис. 63 показаны кривые эффективной мощности автомобильного двигателя при работе с нагнетателем и без него.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Для автомобильных гоночных двигателей применяются два основных вида нагнетателей: центробежный и объемный.

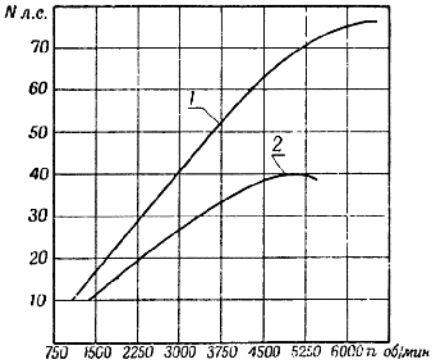


Рис. 63. Кривые мощности автомобильного двигателя:
1 — с нагнетателем, 2 — без нагнетателя

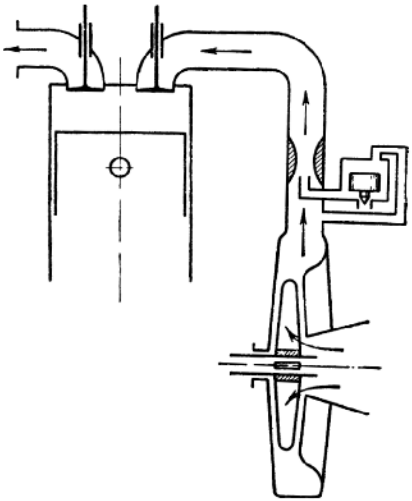


Рис. 64. Схема центробежного нагнетателя

На рис. 64 представлена схема центробежного нагнетателя, подающего воздух под давлением к карбюратору.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Нагнетатель имеет рабочее колесо с лопатками (крыльчатку), при вращении которого воздух поступает на лопатки около оси вращения и отбрасывается центробежной силой к периферии, проходя по кольцевому каналу в направлении к выходному патрубку, при этом давление воздуха повышается в зависимости от числа оборотов крыльчатки.

Центробежные нагнетатели могут обеспечить высокую производительность и давление только при весьма большом числе оборотов (около 20 000 об/мин). С уменьшением числа оборотов производительность центробежного нагнетателя резко уменьшается. Поэтому центробежные нагнетатели применяют только у весьма высокооборотных

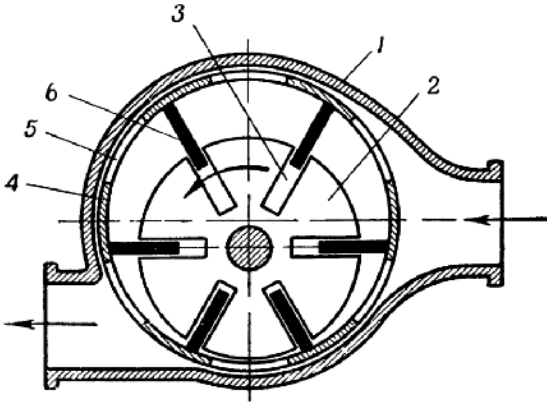


Рис. 65. Схема объемного нагнетателя с одним ротором (коловратного)

двигателей, устанавливаемых обычно на рекордно-гоночных автомобилях.

Преимуществом центробежного нагнетателя является высокий к. п. д. при работе с большим числом оборотов.

В объемных нагнетателях повышается давление воздуха путем уменьшения его объема при вращении ротора нагнетателя.

Существует два типа объемных нагнетателей: с одним и с двумя роторами. Нагнетатели с одним ротором обычно называются коловратными.

Схема такого нагнетателя показана на рис. 65. В корпусе *1* вращается эксцентрично расположенный ротор *2*;

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

лопатки *6* ротора установлены в радиальных прорезах *8* и при вращении ротора под действием центробежной силы прижимаются к барабану *4*. В некоторых конструкциях барабан вращается в корпусе. При этом барабан получает вращение от вала через лопатки и движется вместе с

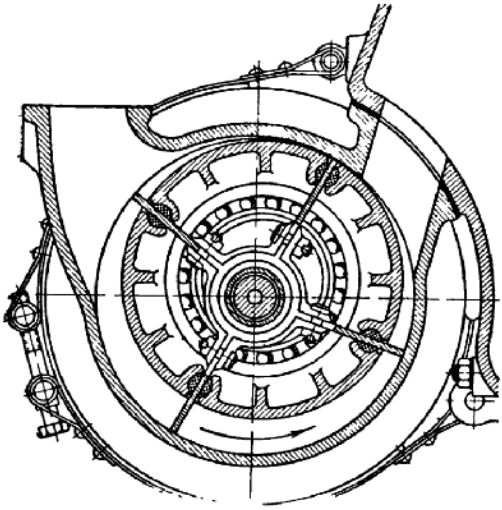


Рис. 66. Поперечный разрез коловратного нагнетателя конструкции ЦКБ мотоциклетной промышленности

ними, что уменьшает износ лопаток. Уменьшение объема отсеков между лопатками увеличивает давление воздуха, который через окна *5* в барабане поступает в выходной патрубок. На рис. 66 представлен поперечный разрез коловратного нагнетателя конструкции ЦКБ мотоциклетной промышленности.

Схема объемного нагнетателя с двумя роторами представлена на рис. 67. Два ротора циклоидальной формы вращаются в противоположные стороны в общем корпусе; воздух, поступающий из входного нижнего патрубка, попадает в пространство между стенками корпуса и лопастями роторов и подается последними в направлении, указанном стрелками. Когда лопасти обоих роторов сходятся, объем между ними уменьшается и сжатая горючая смесь поступает в выходной верхний патрубок. Между лопастями роторов, а также между лопастями и стенками кор-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

пуса имеется небольшой зазор (0,10—0,15 мм). Роторы имеют одинаковое число оборотов и приводятся в действие зубчатой передачей.

Объемные нагнетатели с двумя роторами дают относительно небольшое давление наддува (1,5—1,7 ата), но позволяют получить достаточное давление наддува при малых и средних оборотах коленчатого вала двигателя (т. е, сохраняют большую стабильность давления), что обеспечивает автомобилю хорошую приемистость. Недостатков их является резкое возрастание затрат мощности при большом числе оборотов на привод самого нагнетателя.

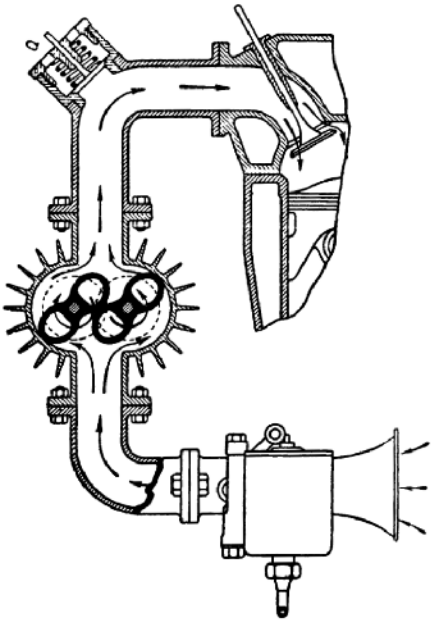


Рис. 67. Схема объемного нагнетателя с двумя роторами

Нагнетатели с двумя роторами применяются главным образам на дорожно-гоночных автомобилях, участвующих в соревнованиях на большие дистанции с частым изменением режима движения, когда от автомобиля требуется наилучшая приемистость.

Для большинства рекордно-гоночных автомобилей применяют коловратные нагнетатели, обеспечивающие получение высокого давления наддува, дающие относительно высокий к. п. д. на больших оборотах и отличающиеся простотой конструкции.

Зависимость давления наддува от степени сжатия

Мощность двигателя, снабженного нагнетателем, зависит от величины давления наддува. Чем выше давление наддува, тем больше наполнение двигателя горючей смесью. В то же время при увеличении давления наддува-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

возрастают затраты мощности на привод нагнетателя. Поэтому увеличение давления наддува рационально лишь в определенных пределах и с учетом максимальных давлений и температур в конце хода сжатия. Резкое повышение давления и температуры в конце хода сжатия вызывает опасность появления детонации, поэтому при применении наддува приходится понижать степень сжатия по сравнению с допустимой для данного топлива при обычных условиях подачи смеси в цилиндры.

Необходимое снижение степени сжатия определяется то эмпирической формуле:

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \sqrt{\frac{P_н}{P_0}},$$

где ε_1 — наибольшая степень сжатия, допустимая при работе без наддува;

ε_2 — наибольшая степень сжатия, допустимая при работе с наддувом;

P_0 — атмосферное давление, мм рт. ст.;

$P_н$ — абсолютное давление наддува, мм рт. ст.

При применении наддува возрастают нагрузки на детали шатунно-кривошипного механизма. Это увеличение особенно заметно при установке объемных нагнетателей, которые дают повышение среднего эффективного давления на всем диапазоне числа оборотов, а следовательно, повышают его максимальное значение.

В двигателях, построенных на базе стандартных агрегатов, обладающих меньшими запасами прочности (по сравнению со специально гоночными двигателями), приходится иногда ограничивать давление наддува и степень сжатия ниже пределов, допускаемых опасностью появления детонации.

Растут также и тепловые напряжения деталей в двигателях с большим диаметром цилиндров, допускаемое давление наддува уменьшается, так как при этом возрастает опасность перегрева двигателя.

Установка нагнетателей

Наибольшее распространение имеют два основных способа установки нагнетателей:

1) нагнетатель устанавливают перед карбюратором,

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

в который он подает воздух под давлением, и 2) нагнетатель устанавливают между карбюратором и двигателем; при этом нагнетатель подает в цилиндры под давлением приготовленную в карбюраторе горючую смесь.

Первый способ менее распространен, так как при этом поплавковая камера карбюратора должна быть герметически закрытой и необходимо в ней создавать давление, равное давлению в нагнетательном трубопроводе. Кроме того, повышенное давление необходимо создавать и в топливном баке.

Второй способ, помимо упрощения конструкции приборов системы питания, позволяет обеспечить хорошее перемешивание топлива с воздухом в самом нагнетателе.

На всех отечественных гоночных автомобилях, имеющих двигатели с наддувом, применяют второй способ расположения нагнетателя. При установке нагнетателя необходимо предусмотреть способы предотвращения резкого повышения давления при возможных обратных вспышках и взрыве горючей смеси в самом нагнетателе. С этой целью на нагнетательном трубопроводе или корпусе нагнетателя устанавливают предохранительный клапан большого сечения (на рис. 67 буквой *а* обозначен предохранительный клапан, установленный на нагнетательном трубопроводе).

Привод нагнетателей

Привод нагнетателя зависит от расположения его на двигателе.

Нагнетатель можно устанавливать впереди двигателя, позади двигателя, над коробкой передач или сбоку двигателя. При установке нагнетателя в передней или задней части двигателя привод осуществляется обычно цилиндрическими шестернями от коленчатого вала. При расположении нагнетателя сбоку двигателя на большом расстоянии от коленчатого вала выполняется цепной привод.

Выбор передаточного отношения к нагнетателю зависит от типа нагнетателя и числа оборотов коленчатого вала двигателя. Для центробежных нагнетателей устанавливают обычно привод, повышающий число оборотов ротора нагнетателя.

У высокооборотных двигателей, снабженных коловратными нагнетателями, передаточное отношение приходится иногда делать пониженным (0,7—0,8), так как из условий

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

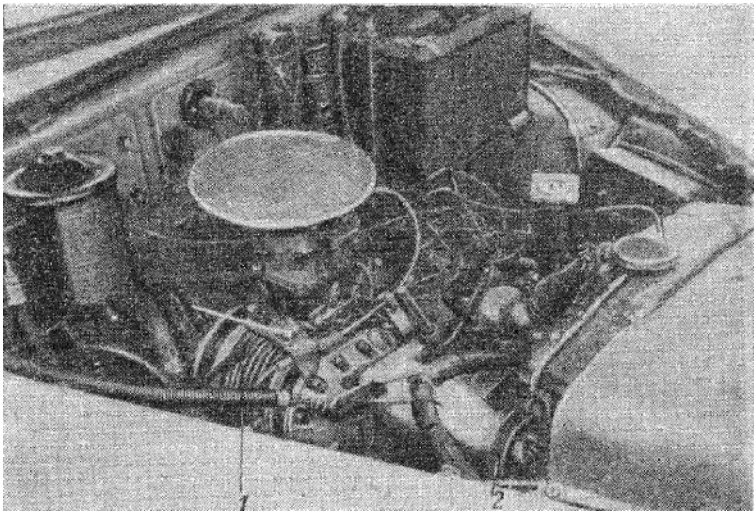


Рис. 68. Установка нагнетателя на автомобиле М-20:
1 — нагнетатель, *2* — шкив

прочности лопаток нагнетателя число оборотов ротора должно быть уменьшено по сравнению с числом оборотов коленчатого вала двигателя.

Указанные выше типы отечественных коловратных нагнетателей обеспечили высокую надежность работы при числе оборотов 6500—7000 в мин.; привод к ним осуществляется цепной, с передаточным отношением 1:1.

При установке нагнетателей на серийных или спортивных автомобилях иногда применяется ременный привод.

На рис. 68 показана установка и ременный привод объемного нагнетателя на автомобиле М-20. В соревнованиях такие автомобили участвуют вне общего зачета.

СИЛОВАЯ ПЕРЕДАЧА

При рассмотрении общей конструктивной компановки автомобиля указывалось, что агрегаты силовой передачи в зависимости от их расположения на автомобиле могут иметь различную форму. Например, при заднем расположении двигателя вместо общепринятой схемы силовой пе-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

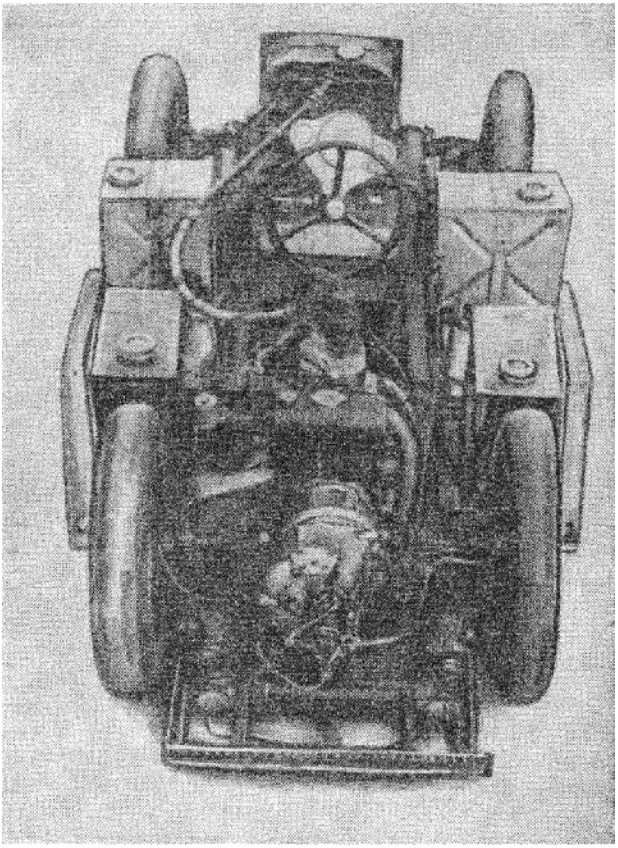


Рис. 69. Расположение агрегатов силовой передачи на автомобиле «Звезда ЗМ»

редачи коробку передач часто располагают за задним мостом, соединяя с картером главной передачи.

Несмотря на различие конструкций отдельных агрегатов, принцип действия их аналогичен принципу действия агрегатов серийных автомобилей.

На рис. 69 показано расположение агрегатов силовой передачи на автомобиле «Звезда-ЗМ» с установкой коробки передач за задним мостом, а на рис. 70 — обычная схема расположения агрегатов на автомобиле «Харьков-Л250».

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Сцепление

К сцеплению спортивных и гоночных автомобилей предъявляются следующие основные требования:

1. Отсутствие буксования при включенном сцеплении и передача большого крутящего момента.
2. Полное разобщение дисков при выключенном сцеплении.
3. Небольшой момент инерции ведомой части сцепления.
4. Хороший отвод тепла от трущихся деталей.
5. Малые размеры и вес.
6. Легкость выключения сцепления.

На большинстве спортивных и гоночных автомобилей устанавливают одно- или двухдисковое сцепление сухого фрикционного типа.

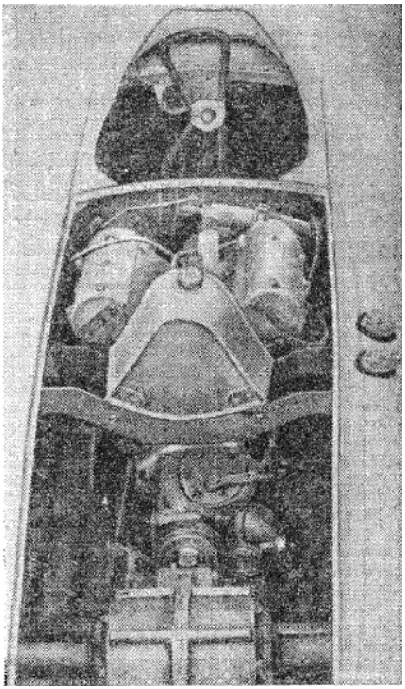


Рис. 70. Расположение агрегатов силовой передачи на автомобиле «Харьков-Л250»

Так как двигатели гоночных автомобилей развивают высокую мощность и достаточно большой крутящий момент, для предотвращения пробуксовки сцепления необходимо устанавливать сильные пружины.

Для уменьшения жесткости пружин иногда применяют полуцентробежные устройства, создающие дополнительное давление на диски при большом числе оборотов. Полуцентробежные устройства с грузами, расходящимися к периферии и увеличивающими давление на диск за счет центробежной силы, значительно повышают нагрузку на больших оборотах. В результате действия повышенного давления износ обшивок ведомого диска несколько увеличивается.

Условия работы сцепления на гоночном автомобиле особенно тяжелы в момент трогания с места, когда сцеп-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

ление работает с большой пробуксовкой. Работа с пробуксовкой вызывает сильное нагревание дисков и при недостаточно хорошем отводе тепла может происходить сгорание обшивок.

Для уменьшения инерции ведомой части сцепления ведомый диск и его обшивка должны выполняться по возможности тонкими. Отвод тепла производится через нажимной диск, имеющий большую массу. Улучшение отвода тепла достигается устройством вентиляции картера сцепления.

Облегчение выключения сцепления обеспечивается подбором соотношения плечей рычагов механизма выключения.

На большинстве отечественных гоночных автомобилей устанавливались стандартные сцепления, соответствующие применяемому типу двигателя с усиленной жесткостью пружин.

Коробка передач

Основное назначение коробки передач — изменять тяговое усилие на ведущих колесах автомобиля — сохраняется и для скоростных автомобилей. Это изменение тягового усилия должно соответствовать условиям быстрого разгона, что для скоростных автомобилей имеет первостепенное значение.

Поэтому при создании специальных коробок передач для гоночных автомобилей выбор числа ступеней и передаточных чисел определяют, исходя из динамического расчета, так, чтобы обеспечить автомобилю минимальное время и короткий путь разгона [*].

На большинстве гоночных автомобилей устанавливают четырех- и пятиступенчатые коробки передач.

Конструкция специальных коробок передач гоночных автомобилей значительно отличается от конструкции коробок передач стандартного типа.

На рис. 71 показана схема типичной пятиступенчатой коробки передач гоночного автомобиля в блоке с главной передачей.

Нижний вал коробки передач является ведущим и через сцепление связан с коленчатым валом двигателя. Ше-

[*] Вопрос о выборе числа ступеней и передаточных чисел будет рассмотрен в разделе динамики автомобиля.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

стерни установлены на ведущем валу на втулках; каретки, сидящие на шлицах, могут перемещаться вдоль оси вала в пределах, необходимых для соединения с кулачковой муфтой той или иной шестерни.

Шестерни входят в зацепление при передвижении кареток включения с жестко закрепленными на валу кулачковыми муфтами и передают вращение.

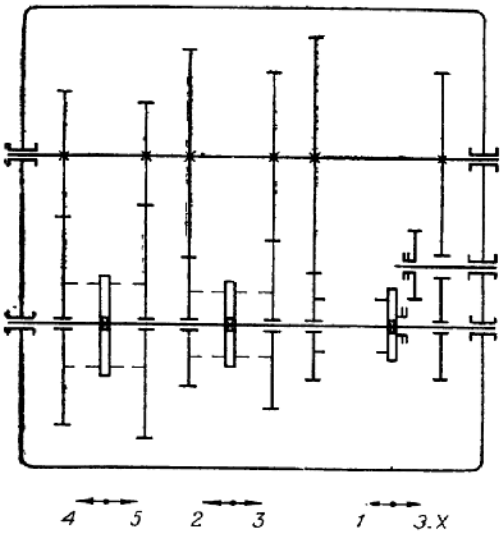


Рис. 71. Схема пятиступенчатой коробки передач в блоке с главной передачей

Согласно этой схеме, шестерни жестко установлены на вторичном (верхнем) валу коробки передач. Устройство переключения передач на ведущем валу более целесообразно, так как при выключенном сцеплении первичный вал не получает вращения и тогда легче ввести в зацепление кулачки, расположенные на подвижных шестернях с жестко закрепленными на валу кулачковыми муфтами.

Схема такой коробки передач близка к схемам мотоциклетных коробок передач. В некоторых коробках передач этого типа прямая передача отсутствует и заменяется ускоряющей передачей.

Картеры коробок передач гоночных автомобилей отливают обычно из легких сплавов. Когда коробку передач располагают около заднего моста, картер коробки передач

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

жестко соединяется с картером главной передачи (рис. 72); для лучшего охлаждения с наружной стороны картер коробки передач имеет ребра. Иногда для усиления в торцовые поверхности вставляют стальные листы, в которых устраивают гнезда для подшипников.

Для восприятия осевых усилий, действующих вдоль ведомого вала (создаваемых конической ведущей шестерней главной передачи), устанавливают специальные радиально-упорные шарикоподшипники.

Для облегчения валы коробки передач часто выполняют полыми, с этой целью они внутри высверливаются; эти сверления используют для подвода масла.

В настоящее время картер коробки передач серийного автомобиля заполняют полужидкой смазкой (нигролом) до определенного уровня. Такая смазка является удовлетворительной лишь при относительно небольшом числе оборотов шестерен. При длительном движении на постоянном режиме с увеличенным числом оборотов шестерен масло под действием центробежной силы удаляется с трущихся поверхностей и значительно увеличивается взбалтывание масла в картере, что приводит к уменьшению к. п. д. Кроме того, масло плохо поступает к втулкам, на которых установлены скользящие шестерни, результатом чего является их быстрый износ.

Для предотвращения быстрого износа втулок применяют подачу масла к ним под давлением. Циркуляция масла осуществляется под действием небольшого шестеренчатого насоса, подающего масло из нижней части коробки передач.

В качестве смазки для коробки передач используют следующие масла:

1) СУ с присадкой 0,5% олеиновой кислоты;
2) смесь гипоидной смазки (ГОСТ 4003-48) с СУ;
3) дизельное масло с присадкой АЗНИИ-6;
4) МС-20 или МС-24.

Масла, обладающие значительной вязкостью (обычный нигрол), увеличивают потери на трение в коробке передач.

Для увеличения к. п. д. коробки передач все шестерни должны быть тщательно приработаны.

В гоночных автомобилях синхронизацию переключения передач обычно не применяют, так как введение синхронизирующих устройств усложняет конструкцию, уве-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

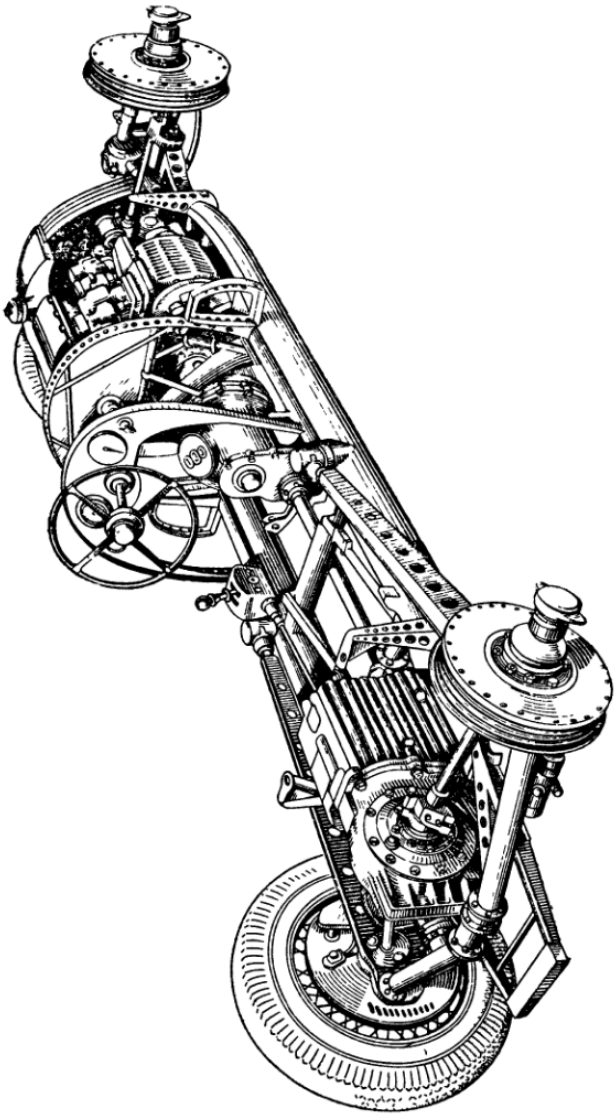


Рис 72. Установка коробки передач в блоке с главной передачей

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

личивает вес и замедляет процесс переключения передач. Гоночными автомобилями управляют искусные гонщики, хорошо владеющие техникой переключения, поэтому в этих устройствах нет особой необходимости.

Иногда управление коробкой передач гоночных автомобилей приходится осуществлять на большом расстоянии, в особенности при расположении коробки передач в блоке с картером заднего моста. В этих случаях применяется дистанционная система управления. Механизм переключения при этом может быть выполнен таким же, как и у серийных автомобилей, имеющих рычаг переключения на руле.

Для спортивных автомобилей используются коробки передач серийных легковых автомобилей с изменением отдельных передаточных чисел. В отличие от гоночных автомобилей в этих автомобилях широко применяют различные синхронизирующие и полуавтоматические устройства, облегчающие управление автомобилем, что особенно важно при длительном пробеге.

На отечественных гоночных автомобилях обычно используют коробки передач серийных легковых автомобилей.

Главная передача

Главная передача скоростных автомобилей должна обладать большой надежностью и высоким к. п. д.; кроме того, она должна обеспечить широкую возможность выбора наивыгоднейшего передаточного отношения (в зависимости от участия автомобиля в том или ином виде соревнований). Для обеспечения большей надежности главной передачи и уменьшения веса неподрессоренных частей картер главной передачи обычно жестко прикрепляется к раме автомобиля, а передача усилия к задним колесам осуществляется качающимися полуосями.

Главная передача выполняется одинарная, с коническими шестернями. Шестерни имеют обычно спиральный зуб, но часто применяют конические шестерни с прямым зубом, более простые и дешевые в изготовлении. Хорошая приработка шестерён дает возможность обеспечить достаточно высокий к. п. д. Простота обработки шестерен с прямым зубом облегчает выбор передаточного отношения путем изготовления сменных шестерен.

Определение передаточного числа главной передачи

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

производится на основании динамического расчета и проверяется при ходовых испытаниях автомобиля, в результате чего иногда вносятся значительные коррективы.

Подробно вопрос о выборе передаточного числа главной передачи рассмотрен в разделе динамики скоростных автомобилей, однако необходимо указать, что в связи с общей тенденцией уменьшения передаточного числа главной передачи ее конструкция становится все более сложной. При небольшом передаточном числе главной передачи ведомая шестерня (планетарная) должна иметь небольшое число зубьев. При этом диаметр шестерни уменьшается и затрудняется компановка главной передачи вместе с дифференциалом.

Для получения более широкой возможности изменения общего передаточного числа силовой передачи в некоторых случаях создают специальные ускоряющие передачи.

В дифференциал, как правило, не вносится никаких изменений. На некоторых малолитражных гоночных, с одноцилиндровыми двигателями мотоциклетного типа автомобилях, имеющих малую базу и ширину колеи, иногда отказываются от применения дифференциала. При жесткой установке главной передачи на раме и применений качающихся полуосей на каждом конце полуоси устанавливают универсальные шарниры. Полуосевые шестерни установлены на коротких валах, имеющих шлицы для шарниров, связывающих их с качающимися полуосями.

Картер главной передачи изготавливают из легких сплавов; для повышения жесткости и лучшего отвода тепла снаружи картера выполняются ребра.

В качестве смазки для главной передачи применяют те же масла, которые были указаны для коробок передач.

На отечественных гоночных автомобилях использованы главные передачи серийных легковых автомобилей с теми же или измененными передаточными числами. Например, на автомобиле «Шахтер» установлена стандартная главная передача автомобиля «Москвич» с передаточным отношением 5,14 : 1.

ХОДОВАЯ ЧАСТЬ

Конструкции ходовой части специальных скоростных автомобилей значительно отличаются от конструкций, применяемых в серийных автомобилях. К ходовой части

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

предъявляют особые требования в связи с необходимостью обеспечения устойчивости и управляемости, а также увеличения надежности и снижения веса. Кроме того, агрегаты ходовой части должны быть сконструированы так, чтобы хорошо вписываться в обтекаемую форму кузова.

Рама

Рама должна обладать исключительно большой жесткостью и прочностью и противостоять деформациям, вызывающим ее перекосы, а также появлению вибраций. На современных гоночных автомобилях применяют главным образом трубчатые рамы, а также рамы из профилей швеллерного сечения.

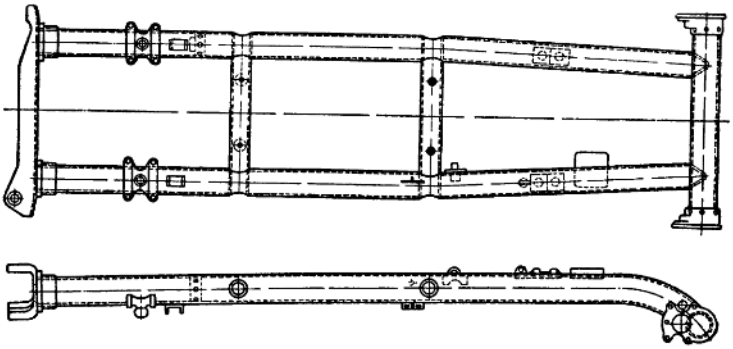


Рис. 73. Трубчатая рама гоночного автомобиля

Рамы имеют два лонжерона, соединяемые несколькими траверсами. Соединение всех деталей рамы выполняют обычно путем газовой сварки.

На рис. 73 показан наиболее распространенный тип рамы гоночного автомобиля. Продольные трубчатые лонжероны сходятся слегка в передней части рамы. Лонжероны связаны между собою четырьмя поперечинами. Три передних поперечины имеют трубчатое, а задняя — коробчатое сечение.

Материалом для трубчатых рам служат тонкостенные трубы из хромомолибденовой или хромо-ванадиевой стали.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

На многих гоночных автомобилях рамы выполняют целиком из тонкостенных труб эллиптического сечения, в некоторых случаях их используют только для лонжеронов. Такие трубы хорошо противостоят изгибу от сил, действующих в плоскости, параллельной большой оси эллиптического сечения трубы. Устанавливаются трубы так, что большая ось эллипса располагается вертикально, а следовательно, рама хорошо сопротивляется действующим на нее вертикальным нагрузкам.

Иногда внутреннюю полость трубчатых рам используют для циркуляции воды в системе охлаждения. При этом отпадает необходимость установки водяных трубопроводов. При применении продольной стержневой подвески стержни часто размещают внутри трубчатых лонжеронов.

Для получения большей жесткости иногда к трубам с обеих сторон приваривают стальные пластины, в которых для уменьшения веса высверливают отверстия.

Применение тонкостенных стальных труб позволяет уменьшить вес рамы. У многих малолитражных гоночных автомобилей вес рамы составляет всего лишь 18—20 кг.

Подвеска

Передняя и задняя подвески имеют весьма существенное значение с точки зрения управляемости и устойчивости скоростного автомобиля. Подвеска должна обеспечивать максимальное поглощение толчков, получаемых колесами вследствие неровностей дороги, не должна допускать больших колебаний кузова и значительного отрыва колес от поверхности дороги. В то же время подвеска как передних, так и задних колес должна обеспечивать сохранение постоянства ширины колеи, так как в противном случае ухудшается устойчивость и управляемость автомобиля.

Передняя подвеска. В настоящее время для передних колес спортивных и гоночных автомобилей применяют только независимую подвеску.

Характерной особенностью независимой подвески колес является отсутствие жесткой оси, соединяющей оба колеса; при этом толчок, получаемый одним колесом, не передается на другое. Независимая подвеска имеет следующие преимущества:

1. Уменьшение неподрессоренных масс, вследствие чего уменьшается сила толчков от неровностей дороги.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

2. Возможность уменьшения жесткости упругих элементов (пружин, рессор) вследствие снижения веса неподрессоренных частей.

3. Сохранение лучшего контакта колеса с дорогой, т. е. уменьшение подскакивания колеса.

4. Устранение опасности резонанса колебаний передних колес, вызывающих явление виляния, или «шимми», передних колес.

В настоящее время имеется большое количество разнообразных конструкций независимых подвесок передних колес, используемых для спортивных и гоночных автомобилей. Все конструкции независимых подвесок можно разделить на три основных типа:

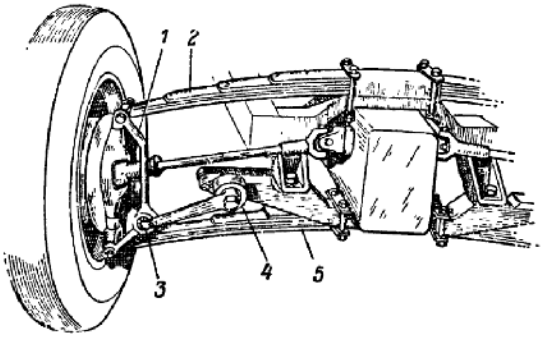


Рис. 74. Независимая подвеска с двумя поперечными рессорами и рычагами (для автомобиля с передним приводом):
1 — стойка, *2* — рессора верхняя, *3* — эластичное шаровое сочленение; *4* — амортизатор; *5* — рессора нижняя

1) рессорная подвеска в виде шарнирного параллелограмма, состоящего из поперечных рессор и качающихся рычагов;

2) подвеска с рессорами в виде спиральных пружин, а также с гидравлическими и гидропневматическими приспособлениями;

3) подвеска стержневая (торсионная).

Наибольшее распространение из подвесок первого типа получила конструкция, в которой две большие стороны параллелограмма образуются поперечными рессорами (рис. 74).

В другой конструкции подвески этого типа поперечная

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

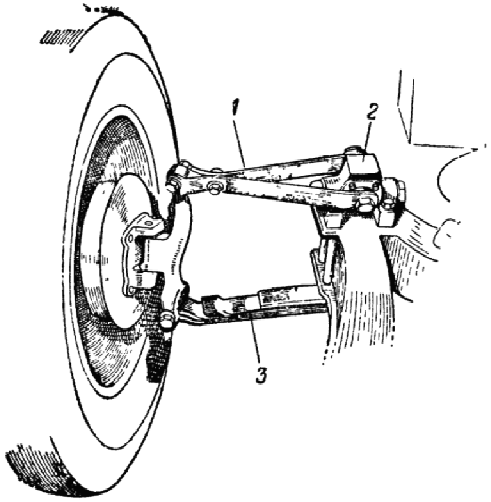


Рис. 75. Независимая подвеска с одной поперечной рессорой, расположенной внизу:

1 — вильчатый рычаг. 2 — амортизатор, *3* — поперечная рессора

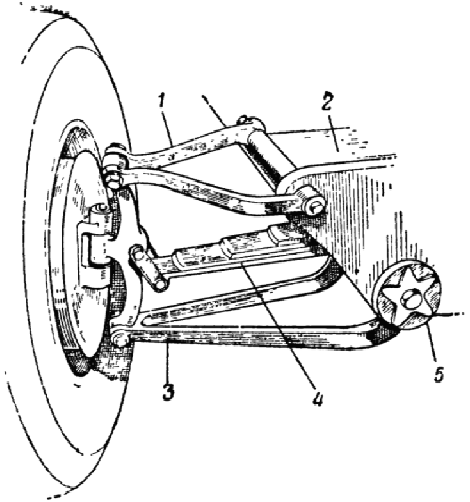


Рис. 76. Независимая подвеска с поперечной рессорой и двумя вильчатыми рычагами:

1 и *3* — качающиеся вильчатые рычаги, 2 — траверса рамы, 4— рессора, *5* — амортизатор

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

рессора образует только одну большую сторону параллелограмма, другая же сторона его — это двойной качающийся рычаг, шарнирно закрепленный на траверсе рамы. Стойка, расположенная вертикально, соединяет между собой качающийся рычаг и поперечную рессору.

В этой конструкции предусматривают способы восприятия реактивного момента, возникающего при торможении передних колес и действующего в продольной плоскости. Чтобы не вводить лишних тяг для восприятия этого момента, качающийся рычаг выполняют вильчатой формы. Верхний конец вильчатого рычага шарнирно крепится к стойке, а противоположные концы через амортизатор соединяются с рамой. Примером такой конструкции может служить подвеска, изображенная на рис. 75.

В третьей схеме конструкции подвески первого типа, так же как и во второй, имеются вильчатые качающиеся рычаги, по два с каждой стороны, один из которых крепится к верхней, а другой — к нижней части лонжерона и соответственно к верхней и нижней частям стойки. Функции подвески выполняет поперечная рессора, расположенная на уровне центра колеса (рис. 76).

Крепление рессоры к стойке осуществляется с помощью сережек. При этом на рессору не влияют небольшие колебания колес в вертикальной плоскости, чем обеспечивается более эластичная подвеска передка автомобиля.

Указанные подвески имеют простую конструкцию и широкое применение в малолитражных гоночных автомобилях (класс до 500 $см^3$). Преимуществом независимой рессорной подвески является то, что в ней значительно легче обеспечить необходимую жесткость (изменяя количество и толщину листов), чем при выборе пружин.

Независимые подвески с поперечными рессорами дают качание колес в плоскости, перпендикулярной продольной оси автомобиля. Качание колес в поперечной плоскости нарушает постоянство ширины колеи автомобиля, что отражается на его управляемости, особенно при движении с высокой скоростью.

Пружинные и стержневые подвески обеспечивают возможность создания конструкций с качанием колес в плоскости, параллельной продольной оси автомобиля.

Независимые пружинные подвески являются в настоящее время наиболее распространенными для серийных легковых автомобилей. Некоторые из них, как, например,

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

подвеска автомобиля М-20, имеют поперечное качание колес, другие, в частности подвеска автомобиля «Москвич», дают качание колес в продольной плоскости.

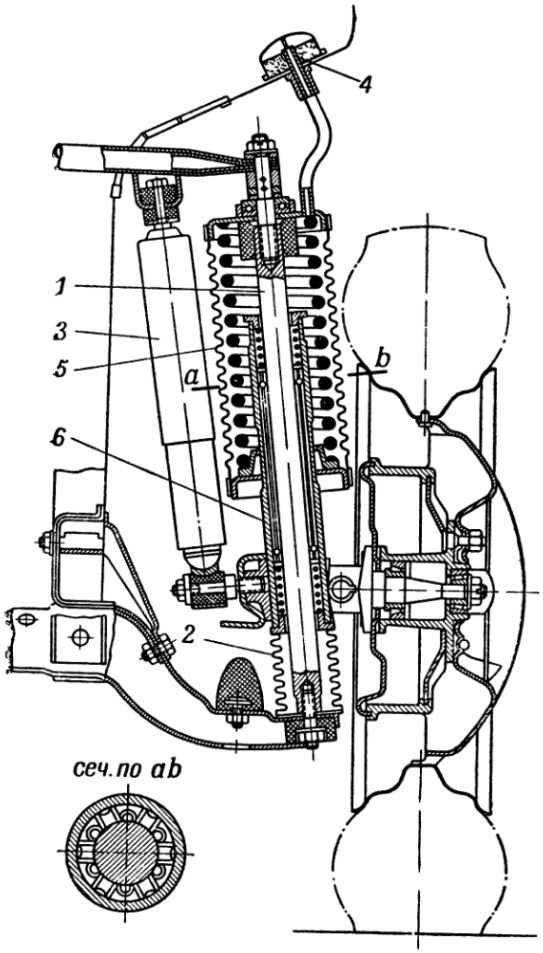


Рис. 77. Подвеска передних колес свечного типа

Обе эти стандартные подвески применяют на разных отечественных гоночных автомобилях; они дают удовлет-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

ворительные результаты при движении со скоростями 200—210 км/час. Однако дальнейшее повышение скорости движения требует создания подвесок более совершенного типа.

Из пружинных подвесок хорошие результаты дает подвеска свечного типа (рис. 77). Цапфа колеса установлена на полой вертикальной стойке и находится под действием расположенной вверху пружины. При наезде на препятствие колесо, поднимаясь вместе с цапфой, сжимает пружину, которая смягчает получающийся при этом толчок. Гашение колебаний пружины производится телескопическим амортизатором.

Свечная подвеска обеспечивает постоянство ширины колеи передних колес, дает значительное уменьшение общего веса автомобиля и веса неподрессоренных частей. Кроме того, она удовлетворяет требованиям хорошего держания дороги при всех скоростях движения. Конструкция свечной подвески проста; она может быть легко изготовлена в условиях небольших мастерских. Недостатком свечной подвески обычно считают быстрый износ направляющих частей; однако практические наблюдения за работой свечных подвесок на автомобилях разных типов не подтверждают этого.

В последнее время на гоночных автомобилях широкое распространение получают стержневые подвески.

Схема стержневой подвески показана на рис. 78. Продольный стержень *2* имеет на одном конце жесткое крепление *1* (обычно шлицевое) к кронштейну рамы автомобиля; другой конец стержня связан рычагом *4* с колесом *5*. Опорой для стержня в передней части служит подшипник *3*. При вертикальном перемещении колеса во время наезда его на неровность дороги рычаг *4* заставляет стержень *2* закручиваться относительно жестко закрепленной части. Закручивание стержня поглощает силу удара колеса о неровность дороги и предотвращает передачу толчка на раму автомобиля.

Стержни можно располагать в продольном (см. рис. 78) и в поперечном направлениях (рис. 79).

Преимуществами стержневой подвески являются:

1. Значительно меньший вес, чем при рессорной и пружинной подвесках (в пружинных подвесках имеются более громоздкие кронштейны и качающиеся рычаги).

2. Высокая надежность.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

3. Нетребовательность к уходу и смазке.
4. Удобство размещения на автомобиле.

Эти преимущества полностью компенсируют недостатки стержневой подвески, заключающиеся в том, что стержни не воспринимают толкающих усилий и скручивающих реакций от тормозного и крутящего моментов, а также не оказывают амортизирующего действия вследствие отсутствия трения между листами рессор.

Стержневые подвески применяются как для передних, так и для задних колес автомобиля.

На рис. 80 представлен передний мост со стержневой подвеской. Колеса

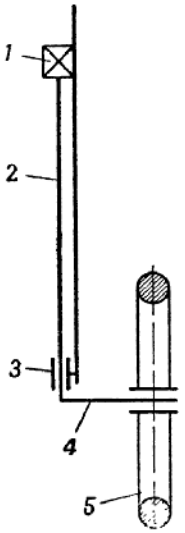


Рис. 78. Схема стержневой подвески с продольным расположением стержней

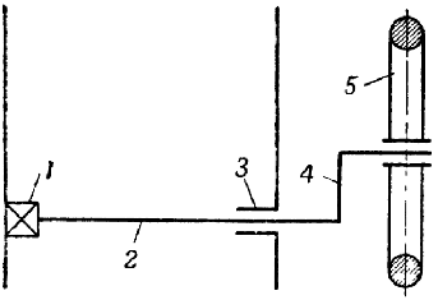


Рис. 79. Схема стержневой подвески с поперечным расположением стержней.
1 — жесткое крепление стержня на раме, *2* — стержень, *3*— подшипник стержня, *4* — рычаг, связывающий стержень с колесом, *5* — колесо

установлены на двух продольных рычагах и имеют качание в плоскости, параллельной продольной оси автомобиля. В качестве упругих элементов служат два поперечных стержня, работающих на скручивание. Стержни расположены снаружи вдоль передней поперечины рамы. На одном конце стержня имеется рычаг, которым можно регулировать высоту подвески, переставляя регулировочные болты с контргайками. Полые продольные рычаги подвески установлены на мелких шлицах стержней. Такое же соединение имеет и регулировочный рычаг на противоположном конце стержня.

Продольные рычаги передней подвески установлены

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

во втулках из пластмассы, запрессованных в опору на передней поперечине рамы.

На свободном конце каждого продольного рычага имеется шаровой палец, на котором монтируется поворотная цапфа колеса и неподвижно соединенный с ней диск

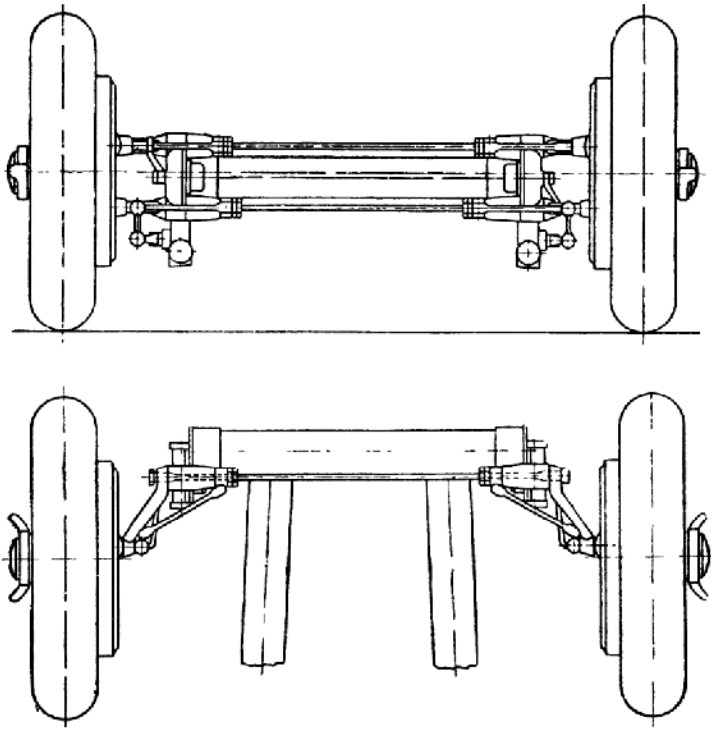


Рис. 80. Передний мост гоночного автомобиля со стержневой подвеской

тормоза. Поворот колеса происходит вокруг оси, проходящей через оба шаровых пальца.

Колесо установлено на двух роликовых подшипниках и крепится легкосъемной барашковой гайкой. Увеличение длины продольного рычага дает большое закручивание стержня. Длина рабочей части продольного рычага подвески увеличена до пределов, обеспечивающих более мягкую подвеску передней части автомобиля.

Для повышения усталостной прочности стержни перед-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

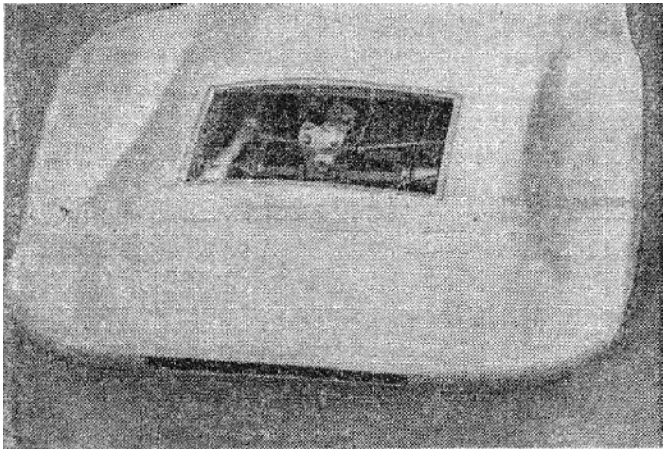


Рис. 81. Установка передней стержневой подвески
с пластинчатыми стержнями на автомобиле «Харьков-Л250»

ней подвески по всей длине подвергаются специальному уплотнению поверхности. Поверхность стержней должна быть абсолютно чистой, не допускаются даже следы от шарика или алмаза при испытании на твердость. Снаружи стержни покрываются прозрачным лаком.

При установке на шасси автомобиля стержни подвергаются предварительному закручиванию. В некоторых конструкциях имеются приспособления для регулировки предварительного закручивания стержней после их установки на автомобиль.

Необходимая упругость стержневой подвески достигается выбором соответствующей длины стержней. Стержни можно собирать из отдельных стальных пластин. На рис. 81 показан передний мост автомобиля «Харьков-Л250» с поперечно расположенными пластинчатыми стержнями.

Задняя подвеска. В серийных легковых автомобилях обычно применяют общепринятую схему задней подвески с неразрезным задним мостом и Продольными полуэллиптическими рессорами.

Такая подвеска не удовлетворяет требованиям гоночных автомобилей, так как она дает очень большой вес неподрессоренных частей. Поэтому делались многочисленные попытки применить на гоночных автомобилях независимую заднюю подвеску. В этом случае главная пере-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

дача жестко устанавливалась на раме, а передача усилия к колесам осуществлялась посредством качающихся полуосей с универсальными шарнирами. В качестве упругого элемента использовалась большей частью поперечная рессора, а толкающие усилия передавались на раму тягами.

При этом существовало мнение, что гоночный автомобиль должен иметь значительно более жесткую заднюю подвеску, чем обычный легковой автомобиль. Однако практика показала, что с увеличением скорости движения большая жесткость подвески вызывает значительный отрыв колес от земли при наличии даже небольших неровностей на дороге. Подскакивание колеса вызывает нарушение связи между колесом и дорогой и ухудшение сцепления колес с полотном дороги. В момент отрыва колеса от дороги вследствие наличия дифференциала ненагруженное колесо увеличивает скорость своего вращения и после того, как оно снова вступает в контакт с дорогой, происходит резкая пробуксовка, в результате чего увеличивается износ шин.

Кроме того, при такой конструкции независимой задней подвески может значительно изменяться ширина колеи, что ухудшает устойчивость автомобиля, а также способствует усиленному износу шин.

Вследствие этого были созданы различные конструкции подвесок, обеспечивающие неизменность ширины колеи задних колес при жестко установленном на раме картере главной передачи. В настоящее время на всех гоночных автомобилях, обладающих наиболее высокими скоростями, применяют такую заднюю подвеску.

В нашей технической литературе эти конструкции не получили пока достаточного освещения. Ввиду большого значения, которое они имеют для развития скоростных автомобилей, ниже приводятся основные сведения по принципу их устройства и работы.

Для обеспечения неизменности ширины колеи. задние колеса связывают жесткой балкой в виде изогнутой трубы (рис. 82). Картер главной передачи жестко устанавливается на раме и соединяется с колесами полуосями, имеющими универсальные шарниры на обоих концах.

Толкающие усилия передаются на раму посредством наклонно установленных тяг, шарнирно закрепленных на раме. Сама подвеска — стержневого типа, со стержнями,

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

расположенными вдоль рамы автомобиля и связанными посредством рычагов с колесами.

При наезде колес на неровности дороги они поднимаются, и в то же время вся задняя ось перемещается не-

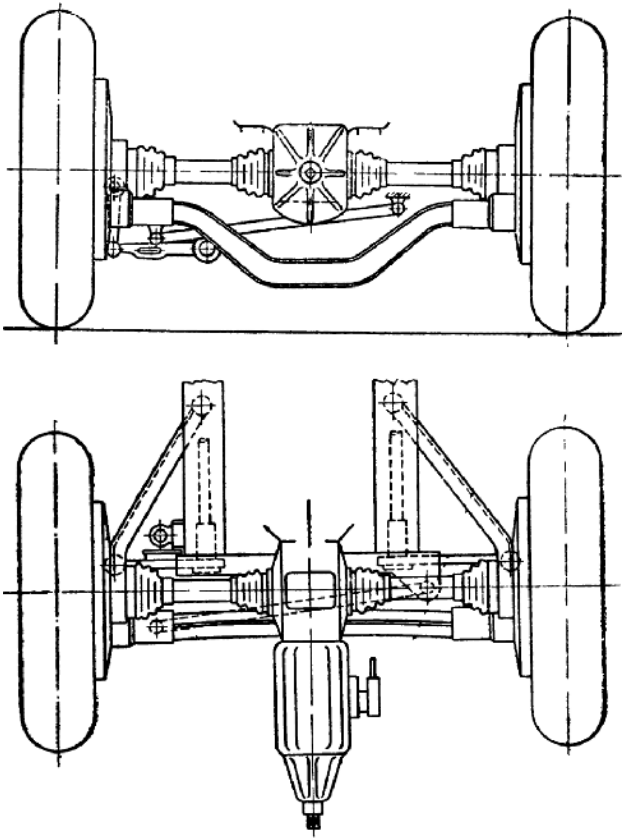


Рис. 82. Схема подвески с неизменной шириной колеи задних колес и с реактивной штангой

сколько вперед, совершая качание по дуге радиусом, равным длине толкающих тяг. Ширина колеи при этом не меняется благодаря наличию связывающей колеса поперечной трубы.

Чтобы обеспечить относительную независимость обоих колес, уменьшив воздействие вертикального усилия, полу-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

ченного одним колесом, на другое, в некоторых конструкциях предусмотрена возможность поворота одного конца изогнутой трубы относительно рычага, связывающего трубу с колесом.

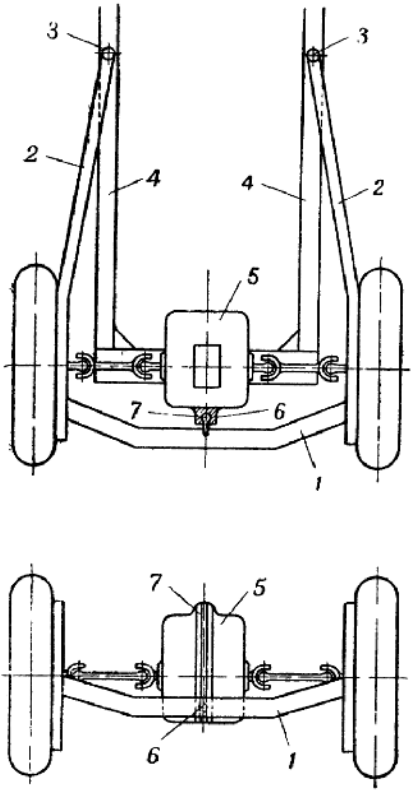


Рис. 83. Схема задней подвески с неизменной шириной колеи задних колес и направляющей на картере главной передачи

На рис. 83 представлена схема, а на рис. 84 — конструкция задней подвески с неизменной шириной колеи, обеспечивающая относительную независимость обоих колес.

Поперечная труба *1*, соединяющая оба задних колеса, изогнута вниз и установлена с некоторым наклоном вперед. Колеса соединяются с трубой рычагами, выполненными в виде косынок. Правый конец трубы жестко закреплен в косынке, а левый имеет скользящую посадку и может поворачиваться во втулках. Косынка жестко соединена со втулкой, на которой вращается ступица колеса. В этом же месте жестко крепится толкающая тяга *2*, передающая усилия на раму.

Толкающие тяги имеют шарнирное крепление *3* на раме и позволяют колесам качаться относительно оси, проходящей через точки крепления тяг к раме.

Колеса связаны рычагами с продольными стержнями, работающими на скручивание и расположенными вдоль лонжеронов рамы *4*. Установленная на раме главная передача *5* с дифференциалом полностью относится к подрессоренным частям автомобиля.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

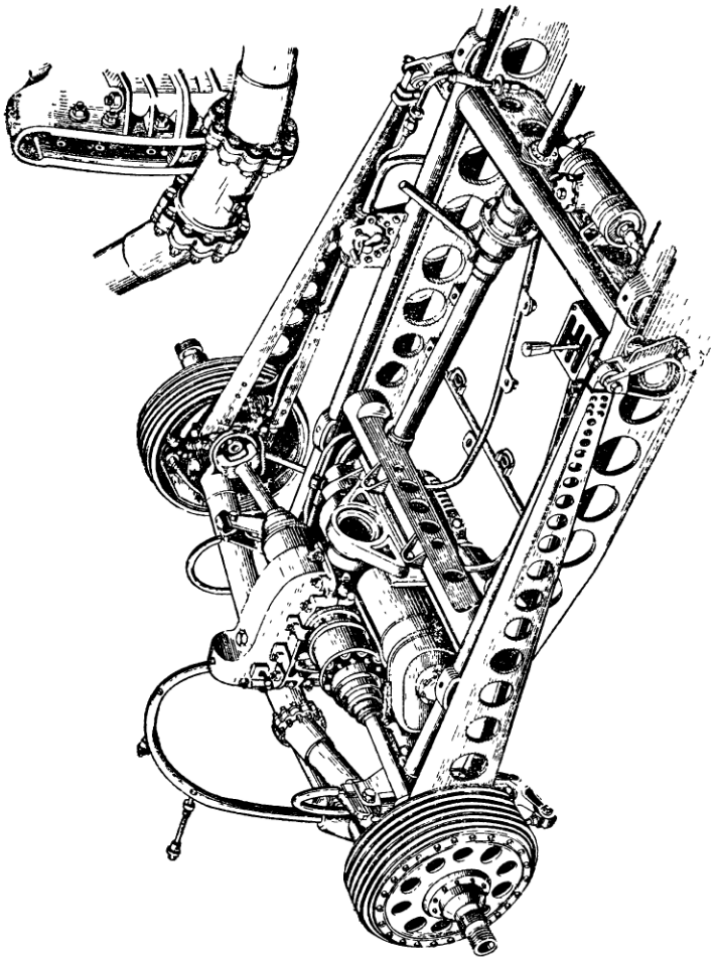


Рис. 84. Конструкция задней подвески с неизменной шириной колеи задних колес.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

При подъеме одного из колес под действием толкающих тяг, шарнирно закрепленных на раме, оно перемещается несколько вперед по дуге в вертикальной плоскости, параллельной продольной оси автомобиля (рис. 85).

Если бы труба, соединяющая оба колеса, была бы прямой, то вертикальное усилие, получаемое, при наезде одного из колес на неровность дороги, полностью передавалось бы другому колесу, как при обычной неразрезной задней оси. При наличии изгиба трубы с наклоном вперед оба ее конца образуют как бы продольные рычаги, с которыми связаны колеса. В этом случае подъем колеса с некоторым перемещением его вперед вызывает скручивание трубы. При этом уменьшается воздействие вертикального усилия на другое колесо; скользящая опора на одном конце трубы допускает ее проворачивание, уменьшая скручивание. Таким образом, оба колеса имеют относительную независимость.

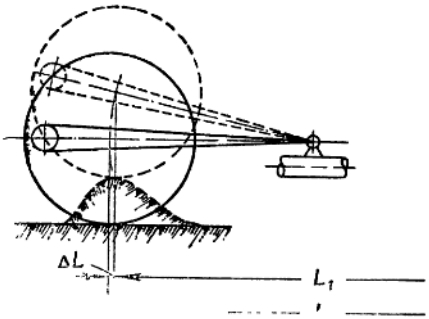


Рис. 85. Схема перемещения колес при задней подвеске с неизменной шириной колеи:
L — база автомобиля при движении заднего колеса автомобиля по ровной дороге, L_1, — база автомобиля при наезде задних колес на препятствие и ΔL — изменение величины базы

Толкающие тяги работают на продольный изгиб при движении автомобиля вперед и на растяжение при торможении. Обычно им придают коробчатую форму с большой высотой профиля.

Для восприятия усилий, действующих на колеса в направлении, перпендикулярном продольной оси автомобиля, служит поперечная тяга, которая одним концом закреплена на раме, а другим концом связана с левой косынкой в месте крепления ее с трубой (см. рис. 82). Поперечная тяга работает на продольный изгиб или растяжение в зависимости от того, на какое колесо и в каком направлении будет действовать усилие, перпендикулярное продольной оси автомобиля.

Другой вариант такого устройства представлен на рис. 83 и 84; фиксация трубчатой оси в поперечном на-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

правлении осуществляется с помощью шарового упора *6*, перемещающегося в направляющей *7*, укрепленной на картере заднего моста.

При шарнирном креплении тяг к раме на последнюю передаются изгибающие усилия в вертикальной плоскости: при движении вперед от реактивного момента возникает сила, стремящаяся поднять середину рамы; при торможении появляется усилие, стремящееся опустить среднюю часть рамы вниз.

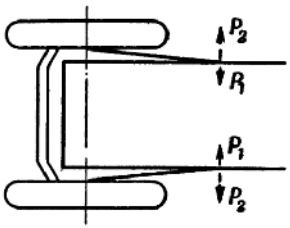


Рис. 86. Схема действия сил на раму при задней подвеске с неизменной шириной колеи

В меньшей степени рама испытывает изгиб в горизонтальной плоскости: от составляющей толкающего усилия P_1 (рис. 86) лонжероны испытывают изгиб в направлении к продольной оси автомобиля; от составляющей тормозного усилия P_2 лонжероны подвергаются изгибу в сторону, противоположную продольной оси автомобиля.

Рассмотренный тип подвески имеет ряд преимуществ: значительно уменьшен вес неподрессоренных частей, что позволило уменьшить жесткость упругих элементов

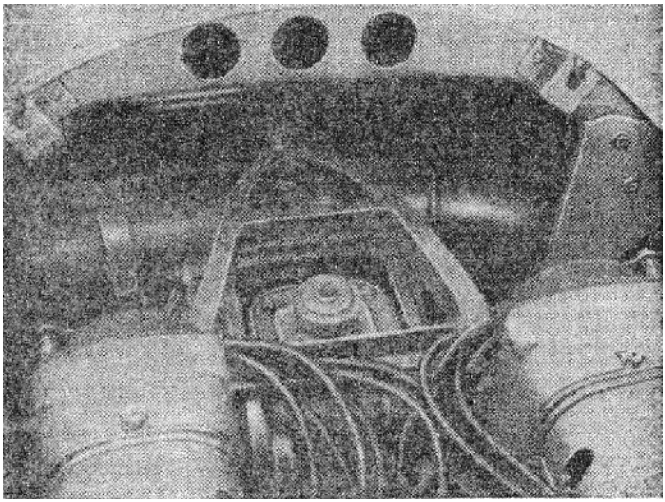


Рис. 87. Шарнирное крепление изогнутой трубы (соединяющей задние колеса) к картеру главной передачи

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

(стержней) до пределов, не вызывающих отрыва колес от полотна дороги, вследствие чего сцепление ведущих колес с дорожным покрытием намного улучшается. При этом не происходит затрат мощности на пробуксовку колес, улучшается устойчивость и управляемость автомобиля, особенно на поворотах, и уменьшается износ шин.

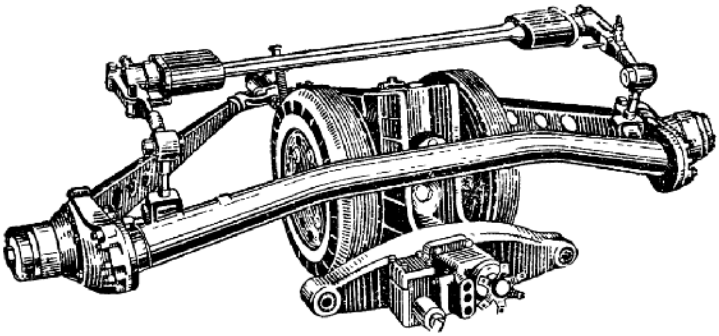


Рис. 88. Конструкция задней подвески с неизменной шириной колеи и поперечным стержнем, работающим на скручивание

Подвеска с неизменной шириной колеи применяется на многих современных гоночных автомобилях. На рис. 87 видна труба, соединяющая задние колеса, и ее крепление к картеру главной передачи.

На рис. 88 показан оригинальный вариант конструкции задней подвески с неизменной шириной колеи и поперечным стержнем, работающим на скручивание.

Амортизаторы

Недостатком жесткой подвески является также ухудшение плавности хода автомобиля. Поэтому в современных автомобилях стремятся сделать подвеску по возможности мягкой. Но увеличение мягкости подвески вызывает большие колебания кузова при наезде колес на препятствие; эти колебания продолжаются длительное время. Колебания кузова будут тем длительней, чем меньше трение в упругих элементах подвески. Так как в гоночных автомобилях в качестве упругих элементов применяют главным образом спиральные пружины и стержни, работающие на скручивание, трение между отдельными эле-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

ментами в которых отсутствует, то необходимо производить искусственное гашение колебаний. Для быстрого гашения колебаний к упругим элементам (рессорам, пружинам, стержням) присоединяют гасители колебаний, амортизаторы.

На современных гоночных автомобилях применяют различные типы амортизаторов: фрикционные, гидравлические, телескопические. На серийных легковых автомобилях в настоящее время применяют исключительно гидравлические амортизаторы.

Амортизаторы устанавливаются как для передних, так и для задних колес.

На рис. 89 показан фрикционный амортизатор. Один рычаг этого амортизатора шарнирно соединен с рамой автомобиля, а другой — со ступицей колеса. На концах рычагов имеются диски, между которыми установлены фрикционные шайбы, стягиваемые болтом и гайкой. Пружинная шайба обеспечивает равномерное давление на диски и компенсирует небольшой износ фрикционных шайб.

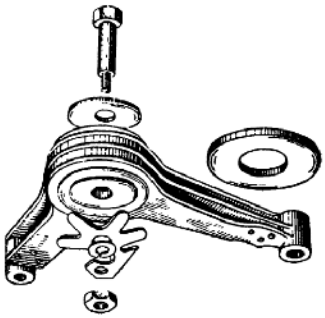


Рис. 89. Фрикционный амортизатор

Колебания рамы вызывают поворот рычагов, в результате чего между дисками и фрикционными шайбами возникает трение, гасящее эти колебания.

Преимуществом фрикционного амортизатора является его способность гасить колебания даже при самых минимальных перемещениях рычагов. Фрикционный амортизатор является двусторонним, т. е. гасит колебания при подъеме и опускании колеса.

Такие амортизаторы, помимо простоты своего устройства по сравнению с двусторонними гидравлическими амортизаторами, легко поддаются регулировке. При установке гидравлических амортизаторов часто используют существующие двусторонние стандартные конструкции, применяемые на легковых автомобилях.

Телескопические амортизаторы представляют собой пружинно-гидравлическое устройство, по принципу своей работы аналогичное передней телескопической вилке со-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

временных мотоциклов. На рис. 90 показана установка телескопических амортизаторов при независимой передней стержневой подвеске.

При применении стандартных гидравлических амортизаторов на гоночных автомобилях желательно усилить их действие, для чего производится необходимая регули-

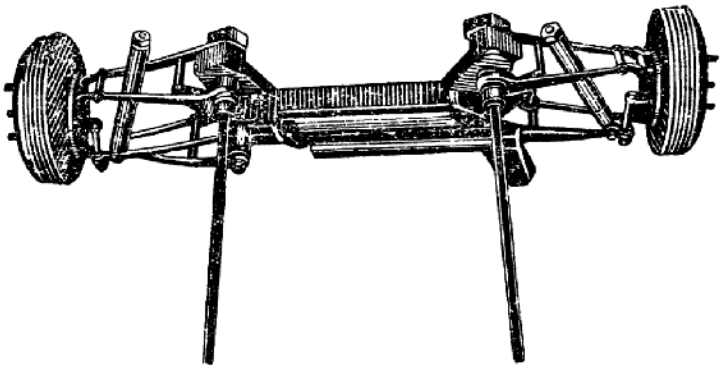


Рис. 90. Установка телескопических амортизаторов

ровка, увеличивающая сопротивление перетеканию жидкости в амортизаторе. При длительных соревнованиях гоночных автомобилей необходимо изменять регулировки амортизаторов во время движения, так как вследствие уменьшения запаса топлива вес автомобиля снижается.

В некоторых конструкциях гоночных автомобилей применяют устройства, позволяющие изменять регулировку амортизаторов на ходу с места сидения водителя.

Колеса

Колеса гоночных автомобилей должны быть достаточно прочными и легкими, иметь надежное крепление и обеспечивать возможность быстрой замены. Поэтому для современных гоночных автомобилей применяют специальные колеса с тангентными проволочными спицами и легкосъемной втулкой. Основное преимущество таких колес в том, что они обеспечивают точную центровку. Обода гоночных колес выполняются из стальных профилей или алюминиевого сплава. Обод из алюминиевого сплава дает значительное снижение веса и улучшает отвод тепла от шины.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Легкосъемная втулка (рис. 91) состоит из двух частей: наружная часть выполняется заодно целое с колесом, а внутренняя соединяется с тормозным барабаном. Внутренняя часть втулки переднего колеса вращается на подшипниках поворотной цапфы, а втулка заднего колеса жестко установлена на конце полуоси и вращается вместе с нею.

Наружная часть втулки надевается на внутреннюю и прижимается гайкой; на соприкасающихся поверхностях

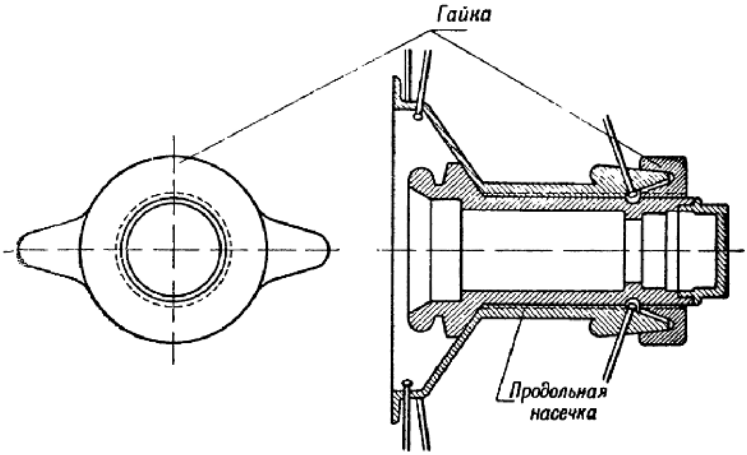


Рис. 91. Легкосъемная втулка для крепления колес гоночного автомобиля

наружной и внутренней частей втулки имеется рифленая поверхность (мелкая продольная насечка), которая и передает крутящий момент.

На гайке выполнена кольцевая канавка, в которую входит выступ наружной части втулки. При недостаточной затяжке гайки и некотором перекосе наружной части втулки между выступом и кольцевой канавкой возникает трение, под действием которого происходит автоматическое завертывание гайки.

Таким образом, данная втулка обеспечивает самозатягивание гайки, гарантирует надежное крепление колеса и обеспечивает возможность быстрой замены колес. Последнее очень важно при соревнованиях на большие дистанции, так как в результате значительного износа шин в период

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Основные данные по силовой передаче неходовой части

	«Харьков-Л250»	«Звезда» М НАМИ	«Шахтер»
1. Сцепление	сухое двухдисковое	сухое двухдисковое	сухое однодисковое
2. Коробка передач	4-х ступенчатая	4-х ступенчатая	3-х ступенчатая
3. Передаточные числа			
I передача	1,87	3,6	3,56
II »	1,3	1,87	1,73
III »	1,0	1,19	1,00
IV »	0,916	0,814	—
4. Передаточное число главной передачи	3,6	5,14	5,14*
5. Передняя подвеска	независимая стержневая	независимая пружинная типа «Москвич»	независимая пружинная типа «Москвич»
6. Задняя подвеска	полуэллиптич. рессоры	свечная пружинная	полуэллиптич. рессоры
7. Размер шин	125×500	5,00—16	5,00—16
8. Давление в шинах, кг/см^2	3,6—4,2	4,8—5,2	2,5

Продолжение

	«Харьков-3»	«Харьков-6»	«Дзержинец»
1. Сцепление	сухое однодисковое	сухое однодисковое	сухое однодисковое
2. Коробка передач	3-х ступенчатая	3-х ступенчатая	3-х ступенчатая
3. Передаточные числа			
I передача	2,82	2,82	2,82
II »	1,604	1,604	1,604
III »	1,00	1,00	1,00
IV »	—	—	—
4. Передаточное число главной передачи	3,7	3,7	4,44**
5. Передняя подвеска	независимая пружинная типа «Победа»	независимая пружинная типа «Победа»	независимая пружинная типа «Победа»
6. Задняя подвеска	полуэллиптич. рессоры	полуэллиптич. рессоры	полуэллиптич. рессоры
7. Размер шин	6.00—16	6,00—16	6.00—16
8. Давление в шинах, кг/см^2	3,5	5,5—6,7	6,6—6,7

* Установлена дополнительная ускоряющая передача $i_{уск} = 0{,}8$.

** Устанавливались также сменные шестерни с передаточными числами 2,81; 2,21; 1,9.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

таких соревнований на специальных обслуживающих пунктах производится замена всех колес автомобиля. Время на эту операцию не нейтрализуется, поэтому оно должно быть максимально сокращено.

На скоростных автомобилях, построенных на базе стандартных агрегатов, применяют обычные колеса легковых автомобилей с дисковыми ободами. Такие колеса должны быть тщательно статически и динамически сбалансированы, после того как на них будут смонтированы шины.

Статически сбалансированное колесо должно останавливаться в различных положениях после свободного вращения.

Динамическая балансировка предусматривает правильное распределение веса не только в радиальных направлениях, но и по ширине колеса [*].

МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ

К механизмам управления принято относить рулевое управление и тормозную систему. В связи с высокими скоростями движения гоночных автомобилей предъявляют особенно высокие требования в отношении надежности действия механизмов управления, так как от этого зависит безопасность движения.

Рулевое управление

Механизм рулевого управления должен обеспечивать точность поворота колес, давать возможность быстро изменять направление движения и не вызывать большой утомляемости водителя.

На рис. 92 приведена схема поворота автомобиля[**]. Как видно из этой схемы, поворот автомобиля совершается относительно центра *О*, лежащего на продолжении задней оси автомобиля.

Для того, чтобы все колеса автомобиля имели при повороте чистое качение без пробуксовки, внутреннее колесо должно поворачиваться на угол α, больший, чем угол β

[*] Способы балансировки колес и влияние ее на управляемость автомобиля будут рассмотрены в разделе об устойчивости скоростных автомобилей.

[**] Без учета боковой эластичности шин.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

т. е. угол поворота наружного колеса. Величина углов поворота отдельных колес не остается постоянной, а зависит от радиуса поворота и скорости движения автомобиля.

Необходимое соотношение между углами поворота обоих колес обеспечивается формой рулевой трапеции.

В современных гоночных автомобилях форма трапеции усложняется наличием независимой подвески у передних управляемых колес.

Во всех случаях поворота рулевая трапеция должна обеспечивать определенное соотношение углов, согласно следующему уравнению:

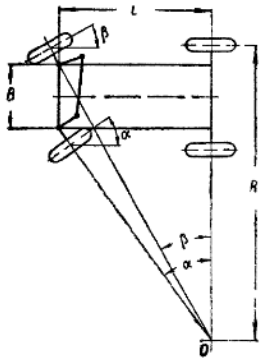


Рис. 92. Схема поворота автомобиля

$$\operatorname{ctg}\beta - \operatorname{ctg}\alpha = \frac{B}{L}$$

где B — расстояние между осям к поворотных шкворней, мм;

L — база автомобиля, мм.

Рулевые трапеции всех гоночных автомобилей удовлетворяют этому уравнению с небольшими отклонениями углов от их теоретического значения при правом и левом поворотах.

На рис. 93 представлена схема, поясняющая кинематику рулевой трапеции при независимой подвеске передних колес с поперечными стержнями, работающими на скручивание.

Поворот руля передается через рычаг сошки *1* и промежуточные рычаги *2* и *3* на обе поперечные качающиеся штанги *4* и далее на жестко соединенные с поворотными цапфами колес рычаги *5*.

При деформациях подвески управляемые передние колеса качаются на продольных рычагах *6* (связанных со стержнями, работающими на скручивание) по дуге радиуса *r*. Тогда шарнир *7*, соединяющий штанги с рычагами *5*, будет перемещаться в вертикальной плоскости также по дуге радиуса *r*. При вертикальных перемещениях шарнира *7* поперечной тяги шарнир *8* на другом ее конце будет неподвижным.

Поперечные штанги, соединяющие шарниры *7* и *8* при любых положениях рычага сошки *1*, должны во избежание

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

нарушения геометрии рулевой трапеции и толчков при работе перемещаться по поверхности конуса с радиусом основания *r* и вершиной, лежащей в точке, соответствующей шарниру *8*. Такого перемещения можно достигнуть при данной схеме в том случае, если при повороте перемещению шарнира *7* у колеса будет соответствовать такое же перемещение шарнира *8*.

Осуществление подобной кинематической схемы рулевого привода требует, чтобы каждая поперечная, качающаяся штанга приводилась в движение отдельным рычагом. Поэтому, помимо основного рычага сошки *1*, вводится

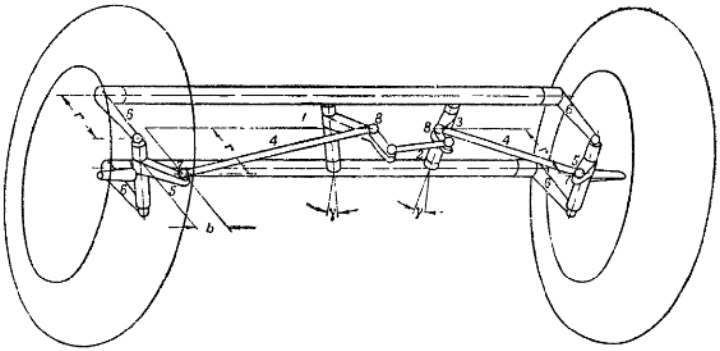


Рис. 93. Схема рулевого привода при независимой подвеске передних колес

промежуточный рычаг *3*. Ось рычага сошки располагается вертикально, а картер рулевого механизма закрепляется жестко в середине передней поперечины рамы. На рис. 94 показан привод рулевого управления при независимой подвеске с поперечной рессорой.

На рис 95 видна установка поперечной штанги рулевого привода на дорожно-гоночном автомобиле со стержневой передней подвеской.

Рассмотренная схема обеспечивает точное соотношение угловых перемещений обоих колес и плавную работу рулевого управления.

На гоночных автомобилях применяют различные типы рулевых механизмов — обычно типа винт-гайка. Передаточное отношение выбирают относительно небольшое, чтобы управление было более чувствительным, так как

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

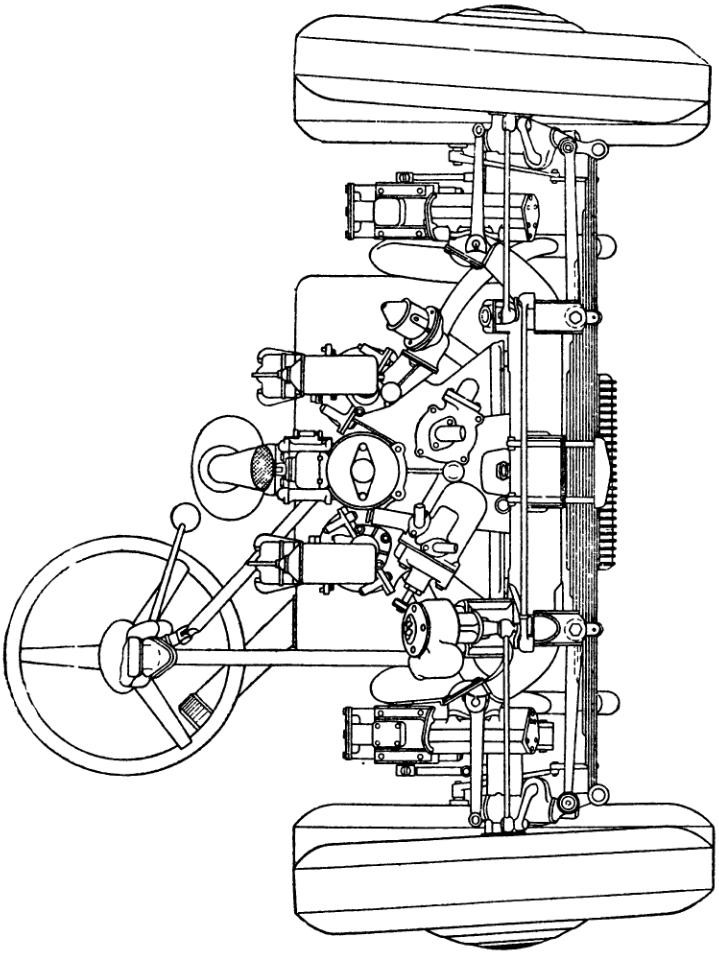


Рис. 94. Привод рулевого управления при независимой подвеске с поперечной рессорой

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

быстрое изменение обстановки во время скоростных соревнований требует быстрого изменения направления движения автомобиля.

С этой же целью рулевое управление гоночного автомобиля должно быть обратимым. Необратимость руля и наличие в рулевом механизме относительно больших зазоров уменьшают чувствительность рулевого управления и лишают водителя ощущения дороги, необходимого при движении с большой скоростью.

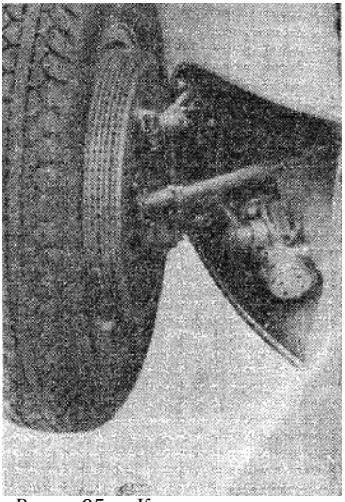


Рис. 95. Крепление поперечной штанги рулевого привода при независимой подвеске

Специальные тяги рулевого управления делают жесткими; обычно применяемые в шарнирных сочленениях пружины или какие-либо другие упругие элементы отсутствуют.

На отечественных гоночных автомобилях, построенных на базе стандартных агрегатов, применяют рулевые управления легковых автомобилей «Москвич» и М-20. На рис. 96 показано крепление рулевого механизма типа М-20 на автомобиле «Дзержинец».

Наилучшие результаты дает рулевое управление типа М-20 с небольшими переделками. Эти переделки руля заключаются в укорочении рулевой колонки, изготовлении нового рулевого вала из тонкостенной стальной трубы, тщательной проверке и установке минимально допустимых зазоров. Кроме того, применяется съемное устройство рулевого колеса с простым и надежным запорным приспособлением. Съемная конструкция рулевого колеса применена на ряде отечественных гоночных автомобилей.

При отсутствии обратимости измененный руль автомобиля М-20 позволяет обеспечить четкое и точное управление на всех скоростях движения, достигнутых нашими гоночными автомобилями.

Значительное влияние на работу рулевого управления оказывает боковой увод колес, тем больший, чем больше

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Рис. 96. Крепление рулевого механизма типа М-20 на автомобиле «Дзержинец»

боковая эластичность шин. Исследования, проведенные Автомобильной лабораторией Академии наук СССР под руководством академика Е. А. Чудакова, показали, что при боковом уводе колес смещается центр поворота автомобиля, что нарушает точность управления автомобилем.

В связи с этим на гоночных автомобилях применяют шины с наименьшей боковой эластичностью.

При установке шин обычного типа следует помнить, что они должны иметь достаточно высокое внутреннее давление, уменьшающее явление бокового увода колес.

Тормоза

Требования к тормозной системе и ее конструктивное выполнение зависят для скоростных автомобилей от их назначения. Для рекордно-гоночных автомобилей тормозная система имеет значительно меньшее значение, чем для дорожно-гоночных автомобилей.

Во время рекордных заездов тормозами пользуются только после того, как автомобиль, пройдя мерную дистанцию, значительно снизит скорости на прилегающем к финишу участке дороги.

В дорожных соревнованиях, особенно по извилистым кольцевым трассам с часто изменяющимся режимом движения, гонщику приходится то и дело пользоваться тормозами. В отдельных соревнованиях участки торможения

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

составляют по своей протяженности около 30% длины всей дистанции. В этих условиях к тормозной системе предъявляются особенно высокие требования:

1. Эффективное торможение автомобиля, обеспечивающее наименьший тормозной путь.
2. Надежное и равномерное действие тормозных устройств на отдельных колесах, чтобы автомобиль сохранял устойчивость при торможении.
3. Небольшое усилие на привод тормозной системы.
4. Хороший отвод тепла от тормозных барабанов и колодок для обеспечения долговечности тормозных обшивок и надежности действия тормозов.
5. Небольшой вес колесных тормозных устройств, относящихся к неподрессоренной части автомобиля.

Тормозная система состоит из двух частей: тормозной привод и собственно тормозное устройство.

На большинстве современных гоночных автомобилей применяется гидравлический привод на все колеса.

Для большей надежности часто устанавливают два главных тормозных цилиндра, управляемых общей ножной педалью. Один из них обеспечивает привод передних, а другой — задних тормозов. Такая система применена на автомобилях типа «Харьков-6».

Отдельные детали системы гидравлического привода аналогичны по своему устройству таким же деталям серийных легковых автомобилей.

Тормозные устройства применяются двух типов: колодочные и дисковые.

На большинстве скоростных автомобилей применяют только колодочные тормоза с двумя или четырьмя колодками в каждом барабане. Каждая тормозная колодка имеет отдельный тормозной цилиндр.

На рис. 97 представлена схема тормозной системы с гидравлическим приводом.

При нажатии на тормозную педаль усилие передается через балансирный уравнительный рычаг на главные цилиндры, один из которых обеспечивает работу передних, а другой — задних тормозов. Уравнительный рычаг выполняется неравноплечим для создания разных усилий на тормоза задних и передних колес. Ход рычага ограничен некоторой минимальной величиной, чтобы в случае неисправности какого-либо одного из главных цилиндров другой продолжал бы нормально работать.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Ручной тормоз действует на ту же систему гидравлического привода. Усилие, прилагаемое к рычагу ручного тормоза, передается через систему тяг на рычаг ножного тормоза. При работе ножным тормозом рычаг ручного тормоза, благодаря наличию овального прореза в его тяге, остается неподвижным. При действии ручным рычагом эта тяга приводит в движение одновременно и педаль ножного тормоза.

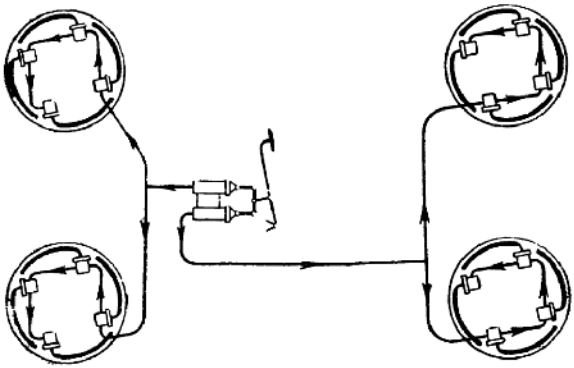


Рис. 97. Схема тормозной системы с гидравлическим приводом

Устройство колесного тормоза показано на рис. 98. На тормознем диске установлено четыре тормозных цилиндра, последовательно соединенных между собой общим трубопроводом. Каждый тормозной цилиндр действует на отдельную тормозную колодку. Равномерное действие всех колодок на тормозной барабан обеспечивает хорошее уравновешивание тормоза и исключает дополнительную нагрузку на подшипники колес.

Все колодки имеют разнесенные опоры и работают как первичные. В этом случае разжимные силы и силы трения действуют в одном направлении, вследствие чего тормозной эффект увеличивается. Наличие четырех тормозных колодок обеспечивает более равномерное давление на поверхность барабана, в результате чего он испытывает меньшую деформацию.

Тормозной барабан, имея достаточную поверхность трения, должен обладать большой жесткостью и обеспечивать хороший отвод тепла. С этой целью наружная по-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

верхность тормозного барабана имеет сильно развитую ребристую поверхность. Для уменьшения веса и лучшего охлаждения тормозные барабаны часто выполняются из алюминиевых сплавов, а иногда даже из магниевых (электронных) сплавов.

Для уменьшения износа поверхности трения в барабан запрессовывают чугунное или стальное кольцо.

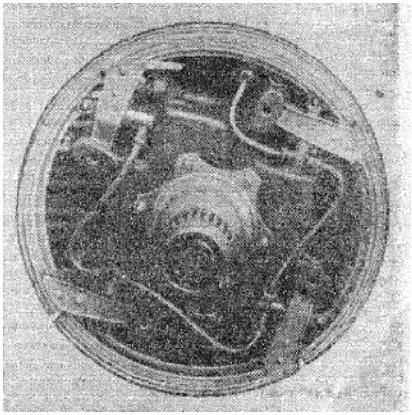


Рис. 98. Установка четырехколесных тормозных цилиндров на опорном диске

Тормозные колодки часто выполняют из алюминиевого сплава. Охлаждение тормозных колодок производится встречным потоком воздуха, проходящим во внутреннюю полость барабана через окна в торцовой поверхности барабана или через отверстия в передней части тормозного диска, расположенные ближе к оси вращения колеса. Охлаждающий воздух должен иметь беспрепятственный выход, так как в противном случае резко увеличиваются вентиляционные потери. В этом отношении хорошие результаты дают прорези на периферии торцовой поверхности барабана, в которые воздух устремляется из внутренней полости под действием центробежной силы.

Устройство окон в торцовой поверхности барабана уменьшает его вес; иногда с этой целью производят сверление отверстий в торцовой поверхности.

Для уменьшения веса неподрессоренных частей за последнее время появилась тенденция к установке тормозных барабанов возле картера главной передачи, жестко закрепляемого на раме.

На рис. 99 показана конструкция заднего моста с таким расположением тормозных барабанов. Как видно из рисунка, тормозные барабаны *1* установлены на специальных фланцах *2*, связанных с качающимися полуосями *3*. Тормозной диск с колодками жестко соединен с картером главной передачи.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Такая конструкция намного уменьшает вес неподрессоренных частей и упрощает систему трубопроводов гидравлического привода к цилиндрам, управляющим работой тормозных колодок.

На некоторых гоночных автомобилях размеры передних тормозных барабанов делаются большими, так как во время торможения происходит перераспределение веса, и на передние колеса действует большая нагрузка.

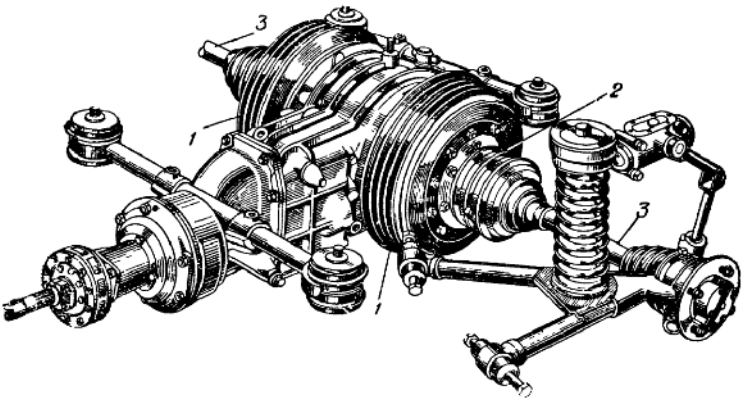


Рис. 99. Установка тормозных барабанов на полуосях около картера заднего моста

При применении колес небольшого диаметра диски колес выполняются заодно целое с тормозным барабаном. Такая конструкция применена на автомобиле «Харьков-Л250», у которого тормозной барабан, рассчитанный на установку колодок от автомобиля «Москвич», отлит заодно целое с диском и ободом, так как на этом автомобиле применяются специальные шины размером 500 × 125 мм.

На большинстве отечественных гоночных автомобилей используется тормозная система серийных легковых автомобилей с гидравлическим приводом. В условиях линейных шоссейных гонок она обеспечивает достаточную надежность работы.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Дополнительное оборудование

В дополнительное оборудование, устанавливаемое на гоночных автомобилях, входят различные контрольные приборы, зеркало обратного вида и т. п. Основным контрольным прибором, устанавливаемым на всех гоночных автомобилях, является тахометр, указывающий число оборотов коленчатого вала двигателя.

Показания тахометра имеют очень большое значение для гонщика, так как для движения с той или иной скоростью он должен выдержать определенное число оборотов коленчатого вала двигателя. Кроме того, во время разгона на промежуточных передачах, чтобы избежать излишней перегрузки двигателя, нельзя допускать его работу с числом оборотов выше установленного предела. Для того, чтобы гонщик мог следить за показаниями тахометра, его шкала должна быть достаточно крупной.

На рис. 100 показана кабина управления, в которой на щитке приборов слева находится тахометр с крупными цифрами шкалы чисел оборотов. Справа размещены указатели температуры воды и давления масла.

На некоторых автомобилях шкала тахометра располагается горизонтально, на ней в левой стороне нанесены цифры для малых оборотов, постепенно переходящие в крупные цифры на правой стороне для больших оборотов, так как гонщику приходится в основном следить за высокими числами оборотов.

Указатели температуры воды и масла имеют большое значение при соревнованиях на длинные дистанции, когда гонщик должен все время следить за тем, чтобы не допустить перегрева двигателя.

Для облегчения наблюдения за показаниями приборов иногда штурвал руля делают с неполной окружностью. На автомобиле «Дзержинец» штурвал выполнен в виде двух секторов, учитывая

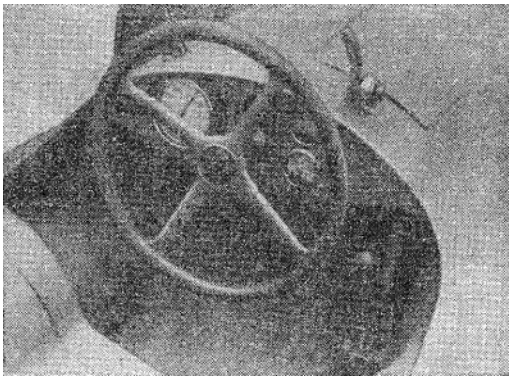


Рис. 100. Кабина управления гоночного автомобиля

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

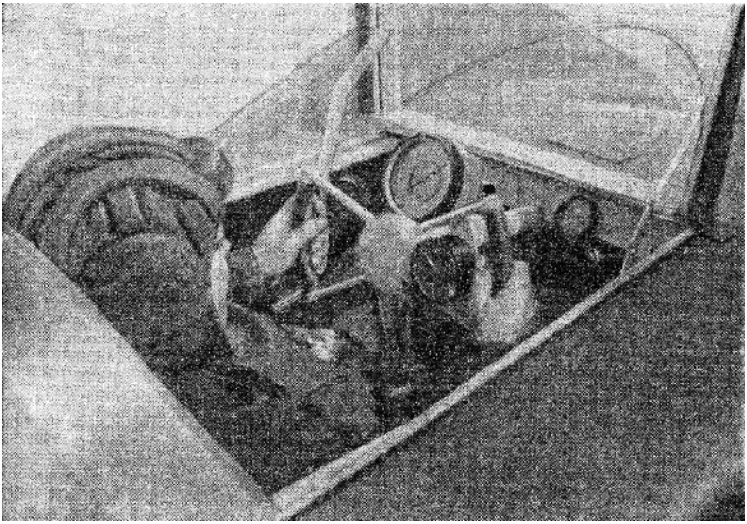


Рис. 101. Кабина управления автомобиля «Дзержинец»

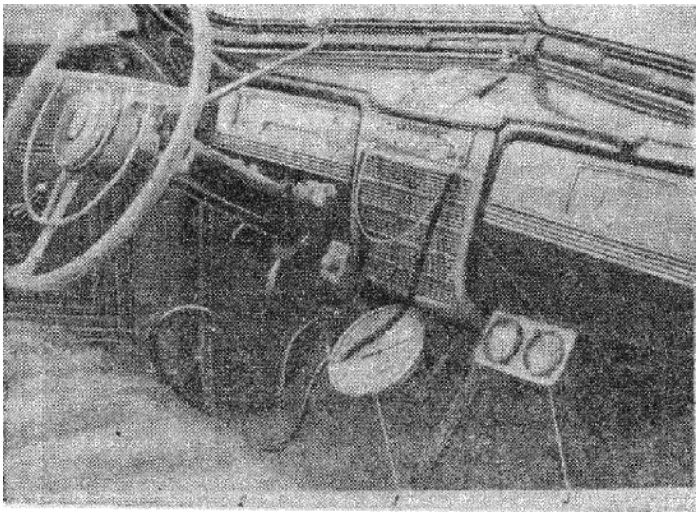


Рис. 102. Кабина управления автомобиля ЗИС-110, приспособленного к спортивным целям:
1 — тахометр, *2* — слуховые трубки; *3* — дополнительные указатели температуры масла

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

небольшие углы поворотов при линейных шоссейных гонках. Весь щиток приборов при этом открыт для наблюдения (рис. 101).

Рычаги и педали управления имеют на гоночных автомобилях стандартное расположение. На автомобилях, имеющих малолитражные быстроходные двигатели, устраивается иногда дополнительный кнопочный выключатель зажигания для возможности кратковременного выключения зажигания. Когда двигатель в результате перегрузки начинает работать с детонацией, гонщик на короткий период выключает зажигание. При прохождении через цилиндры несгоревшей смеси двигатель несколько охлаждается и после включения зажигания работает без детонации. Вся эта операция проводится почти мгновенно и требует надежно действующего и удобно расположенного выключателя зажигания.

Выключение зажигания на короткий промежуток времени может быть рекомендовано только для малолитражных двигателей, имеющих весьма небольшой вес деталей шатунно-поршневой группы. При значительном весе деталей, совершающих возвратно-поступательное движение, внезапное выключение зажигания при работе двигателя с большим числом оборотов может вызвать большие инерционные нагрузки, которые приведут к поломке деталей кривошипного механизма.

На автомобилях ЗИС-110, участвовавших в спортивных соревнованиях 1952 г., устанавливались стетоскопы для прослушивания работы двигателя во время движения механиком, сидящим рядом с водителем.

На рис. 102 показана кабина автомобиля ЗИС-110 с дополнительным оборудованием в виде тахометра и стетоскопа

КУЗОВЫ

Значение кузова для скоростных автомобилей особенно велико. От формы кузова зависят потери мощности на сопротивление воздуха, а следовательно, и скорость автомобиля. Чем выше скорость автомобиля, тем совершеннее должна быть форма его кузова; поэтому особенное внимание форме кузова уделяется в гоночных автомобилях.

Серийные автомобили, участвующие в спортивных соревнованиях, согласно существующим в настоящее время положениям, должны сохранять стандартную форму кузова.

Спортивные автомобили имеют двухместные кузовы, сохраняющие в основных чертах характер кузовов серийных легковых автомобилей, на базе которых они построены.

Ниже рассмотрены в основном кузовы гоночных автомобилей, к которым предъявляются следующие требования.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Кузов автомобиля должен:

1. Обладать наименьшим сопротивлением воздуха.
2. Обеспечивать хорошую устойчивость автомобиля под действием аэродинамических сил, особенно при наличии бокового ветра.
3. Сохранять достаточную прочность и жесткость при относительно небольшом весе.
4. Допускать удобное размещение водителя, обеспечивая ему хорошую обзорность дороги.

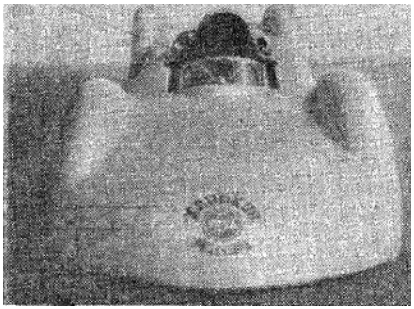


Рис. 103. Вид спереди гоночного автомобиля «Харьков 3М» с закрытыми колесами

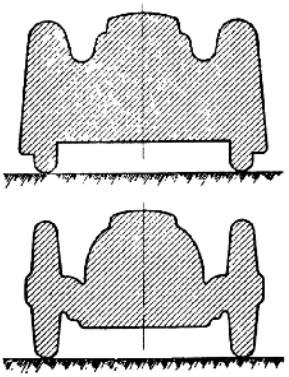


Рис. 104. Площадь лобового сопротивления автомобиля с закрытыми колесами (вверху) и автомобиля с открытыми колесами (внизу)

5. Давать доступ ко всем агрегатам, а также возможность прохода воздуха для охлаждения шин.

Наименьшее сопротивление воздуха является важнейшим требованием, предъявляемым к кузову гоночного автомобиля. Оно зависит от площади лобового сопротивления и обтекаемости. Так как кузов закрывает все основные части автомобиля, сопротивление его определяет общее сопротивление воздуха, испытываемое автомобилем.

Площадь лобового сопротивления представляет собой проекцию кузова или всего автомобиля на вертикальную плоскость, перпендикулярную направлению движения автомобиля. На рис. 103 показан вид спереди гоночного

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

автомобиля с закрытыми колесами, а на рис. 104 — площадь лобового сопротивления автомобилей с закрытыми и открытыми колесами. Для снижения потерь на сопротивление воздуха следует уменьшать площадь лобового сопротивления и улучшать обтекаемость автомобиля.

Движение автомобиля вызывает перемещение массы воздуха, обтекающего автомобиль. В результате этого возникает сопротивление, обусловливаемое сдвигом массы воздуха, трением в пограничном слое и вихреобразованием в воздухе. Передняя часть автомобиля испытывает большое давление воздуха, в то время как за задней частью автомобиля образуется разрежение.

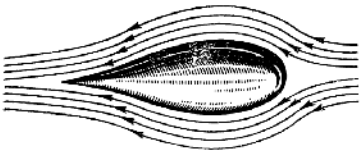


Рис. 105. Тело каплеобразной формы

Чем совершеннее внешняя форма автомобиля, тем меньшее завихривание происходит при обтекании его воздухом. Теоретически наиболее совершенной является каплеобразная форма (рис. 105) с более уширенной передней частью и постепенным сужением сзади. Воздух со всех сторон плавно обтекает каплеобразное тело, не вызывая завихриваний. Совершенство формы с точки зрения обтекаемости характеризуется коэффициентам обтекаемости C_x. Сила сопротивления воздуха определяется по формуле

$$P_w = C_x \cdot \rho \cdot F v^n \text{ кг},$$

Где C_x — коэффициент обтекаемости;
ρ — плотность воздуха, кг см^2/м^4;
F — площадь лобового сопротивления, м^2;
v — скорость, м/сек;
n — показатель степени, зависящий от величины скорости; при v до 1 м/сек n = 1, при v от 1 до 300 м/сек n = 2, при v свыше 300 м/сек n = 3.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Выражение для силы сопротивления воздуха доказывает, что сопротивление воздуха резко возрастает с увеличением скорости движения. В диапазоне реальных скоростей для большинства современных гоночных автомобилей сопротивление воздуха пропорционально квадрату скорости.

Коэффициент обтекаемости C_x определяется при продувке моделей гоночных автомобилей в аэродинамической трубе. При проведении практических расчетов обычно пользуются величиной $K = C_x\rho$ *, называемым коэффициентом сопротивления воздуха.

Для гоночного автомобиля величина K зависит главным образом от типа кузова.

В настоящее время существуют три основных типа кузовов гоночных автомобилей:

1. Кузовы с открытыми колесами.
2. Кузовы с колесами, закрытыми полностью или частично отдельными обтекателями.
3. Кузовы с колесами, полностью закрытыми обтекателями, представляющими одно целое с самим кузовом.

Первый тип кузова позволяет получить наименьшую лобовую площадь, но зато дает наихудшую обтекаемость, которая не компенсируется уменьшением площади лобового сопротивления. Такой кузов создает наибольшее сопротивление воздуха, поскольку он имеет наиболее высокую величину KF (так называемый фактор сопротивления воздуха). Тем не менее, кузовы с открытыми колесами имеют широкое применение на дорожно-гоночных автомобилях, так как это обеспечивает хорошую маневренность автомобиля, позволяет увеличивать углы поворота передних колес и дает водителю хорошую обзорность.

При движении по трассе с крутыми поворотами для водителя важно следить за тем, как вписывается автомобиль в поворот по наружному открытому колесу.

На рис. 106 показан дорожно-гоночный автомобиль с открытыми колесами. Кузову автомобиля по возмож-

* В некоторых работах дают $K = C_x\frac{\rho}{2}$, что зависит от методики определения самого C_x.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

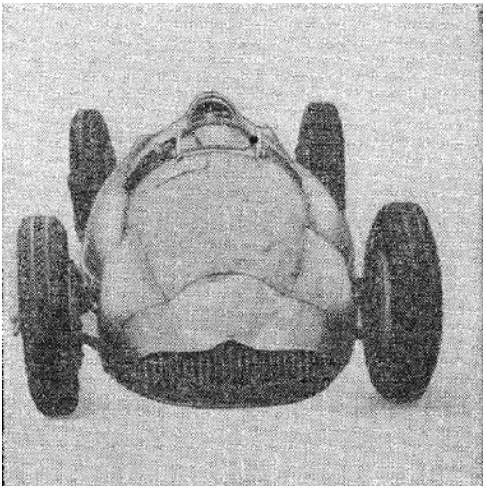


Рис. 106. Дорожно-гоночный автомобиль с открытыми колесами

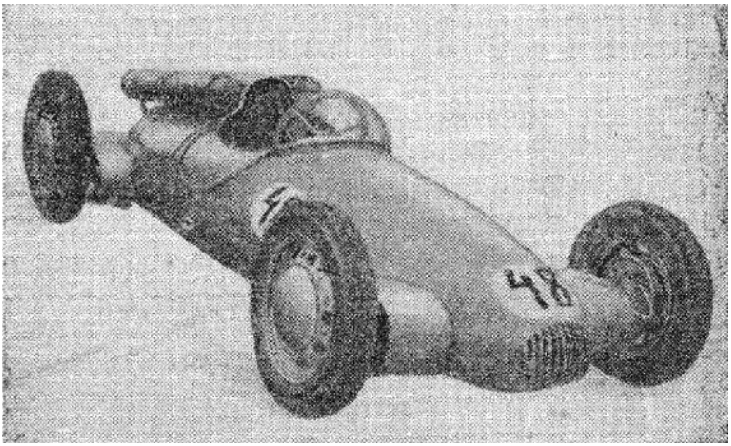


Рис. 107. Малолитражный гоночный автомобиль «Салют» с открытыми колесами

ности придана обтекаемая форма, однако колеса и выступающие части подвески остаются полностью открытыми.

На рис. 107 приведен малолитражный гоночный автомобиль «Салют», также имеющий кузов с открытыми ко-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

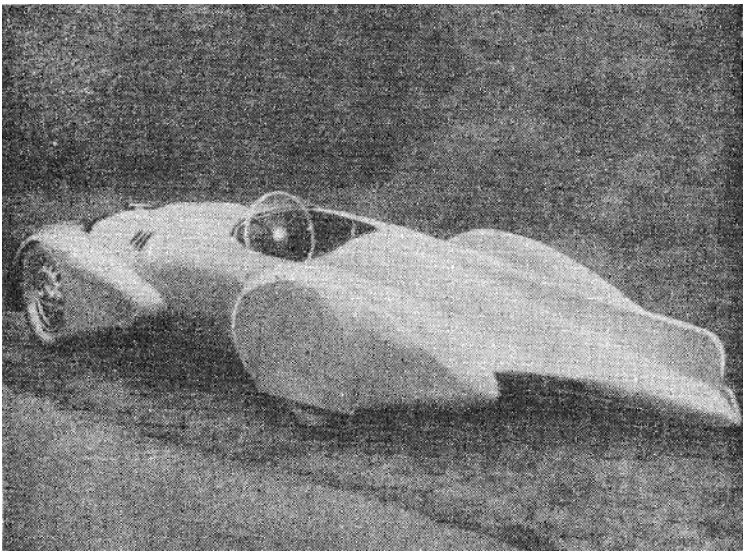


Рис. 108. Гоночный автомобиль «Шахтер» с частично закрытыми передними и полностью закрытыми задними колесами

лесами. Широко расставленные колеса увеличивают габариты этого автомобиля по ширине. Для некоторого улучшения обтекаемости выходящие наружу части подвески и полуоси задних колес закрыты отдельными обтекателями. Однако такое решение не могло обеспечить этому автомобилю благоприятной внешней; формы.

Кузовы с полузакрытыми или полностью закрытыми колесами отдельными обтекателями применяют в последнее время на многих гоночных автомобилях. На рис. 108 представлен гоночный автомобиль «Шахтер», передние колеса которого частично, а задние полностью закрыты отдельными обетекателями. Неполное закрытие передних, колес дает возможность получить большие углы поворотов в правую и левую стороны.

Кузовы с полностью закрытыми колесами посредством обтекателей, объединенных в одно целое с самим кузовом, применяются главным образом на рекордно-гоночных автомобилях. Для этих автомобилей, развивающие

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

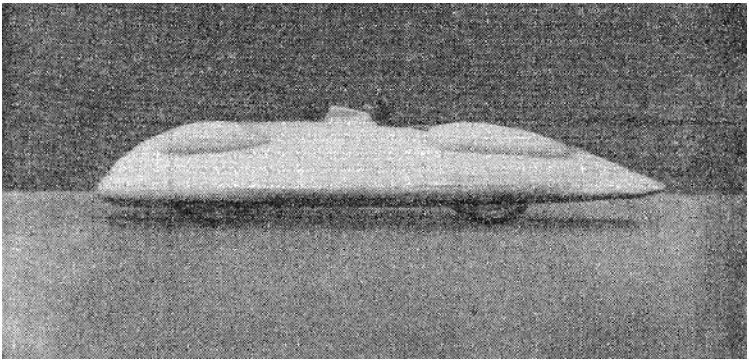


Рис. 109. Внешний вид автомобиля «Звезда ЗМ» во время движения

наиболее высокие максимальные скорости, снижение потерь на сопротивление воздуха имеет большое значение.

Кузовам некоторых рекордно-гоночных автомобилей придают наивыгоднейшую форму. Как уже указывалось, выше, наиболее рациональной формой является форма, напоминающая каплеобразное тело. Чтобы максимально приблизить к ней форму кузова автомобиля, необходимо, сделать автомобиль более широким спереди и узким сзади. Поэтому на многих автомобилях значительно уменьшают колею задних колес по сравнению с колеей передних колес. На рекордно-гоночных автомобилях типа «Дзержинец» разница в ширине передней и задней колеи составляет 170 мм. Вследствие этого кузов автомобиля «Дзержинец» имеет очень выгодную аэродинамическую форму.

На рис. 109 представлен внешний вид рекордно-гоночного автомобиля «Звезда ЗМ» во время движения, а на рис. 110 — вид автомобиля спереди. Этот автомобиль имеет обтекатели колес, незначительно выступающие над поверхностью кузова.

Кузовы, выполненные заодно целое с обтекателями колес, применяют на автомобилях «Харьков-6» (рис. 111) и «Харьков-Л250» (см. рис. 5).

В табл. 3 приведены средние данные по F и C_x для рекордно-гоночных автомобилей различных классов.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

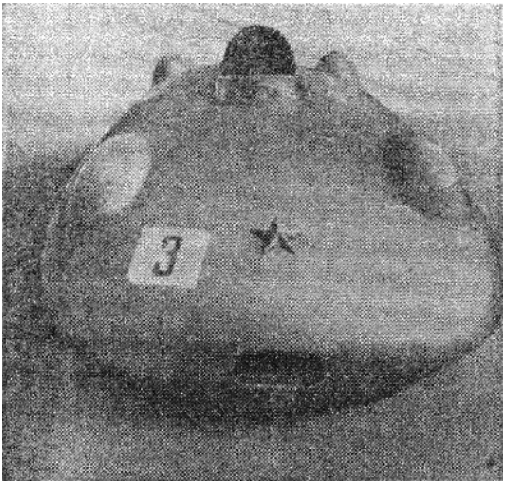


Рис. 110. Вид автомобиля «Звезда ЗМ» спереди

Закрытие колес обтекателями, входящими в состав кузова, снижает коэффициент сопротивления воздуха на 35—40% по сравнению с открытыми колесами и на 25% по сравнению с установкой отдельных обтекателей.

Недостатком отдельных обтекателей, помимо увеличения площади лобового сопротивления, является то, что поток воздуха, отбрасываемый нижней частью обтекателя, взаимодействует с потоком воздуха, обтекающим кузов. При этом могут образовываться завихривания, увеличивающие сопротивление воздуха, чему может способствовать наличие зазора между отдельным обтекателем и кузовом.

Колеса автомобиля, помимо сопротивления поступательному движению, испытывают также сопротивление воздуха при вращении. В связи с этим вопрос о закрытии колес сбоку принимает более сложный характер. Необходимо, чтобы потоки воздуха, отбрасываемые при вращении колес, не создавали большого трения о внутреннюю поверхность обтекателя. Поэтому наилучшие результаты дают обтекатели, боковая стенка которых достаточно удалена от колеса. На рис. 112 представлен рекордно-гоночный автомобиль со снятыми с кузова обтекателями колес.

Некоторые рекордно-гоночные автомобили «младших» классов имеют кузовы с открытыми колесами. На рис. 113

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

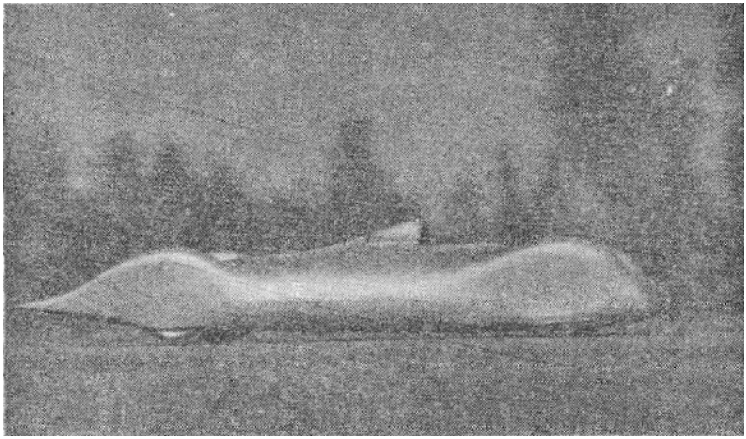


Рис. 111. Автомобиль «Харьков-6»

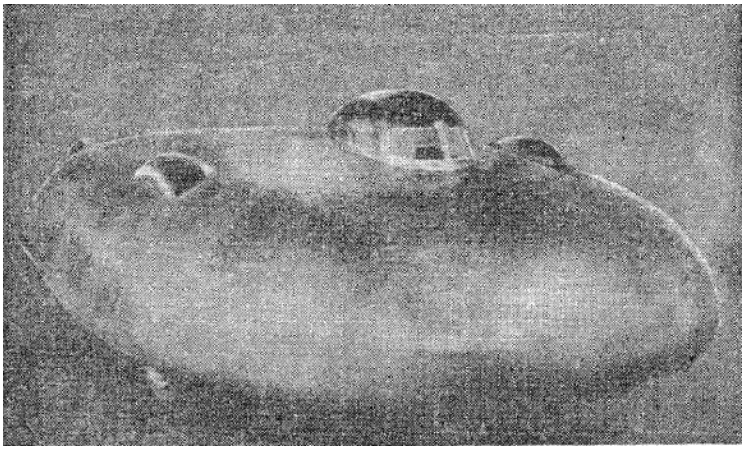


Рис. 112. Рекордно-гоночный автомобиль со снятыми обтекателями колес

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

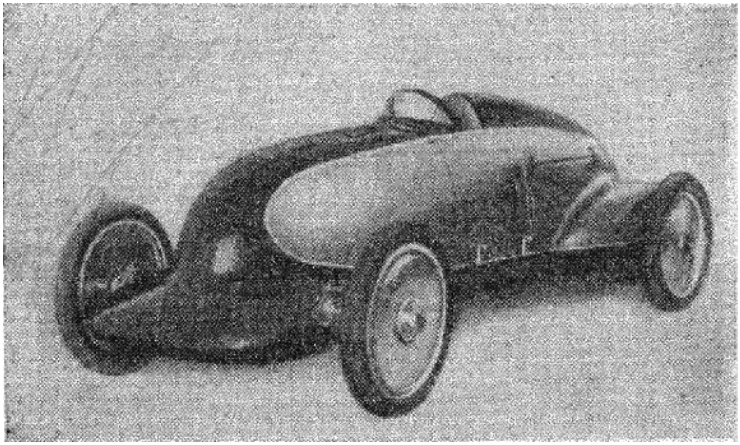


Рис. 113. Рекордно-гоночный автомобиль класса до 250 см^3 с открытыми колесами

показан рекордно-гоночный автомобиль класса до 250 см^3 с открытыми колесами; дисковые колеса дают меньшее сопротивление при вращении.

Для повышения обтекаемости все агрегаты автомобиля снизу закрывают гладким днищем; это дает улучшение обтекаемости автомобиля на 5—7%.

Конструкция кузовов

Кузовы автомобилей с закрытыми колесами выполняются цельнометаллическими из двух частей. Верхняя часть кузова представляет собой обтекатель, закрывающий все механизмы автомобиля и выполненный заодно целое с обтекателями колес. Нижняя часть представляет собой пол автомобиля и жестко связывается с рамой.

Для быстрого снятия верхней части кузова она крепится несколькими пружинными замками. После снятия верхней части открывается свободный доступ ко всем агрегатам автомобиля.

Для уменьшения веса в поперечинах каркаса делают отверстия.

Наружная обшивка кузова должна подвергаться тщательной обработке, поверхность ее должна быть гладкой, без каких-либо вмятин и шероховатостей. Заклепки, крепящие обшивку, должны быть заделаны заподлицо с

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

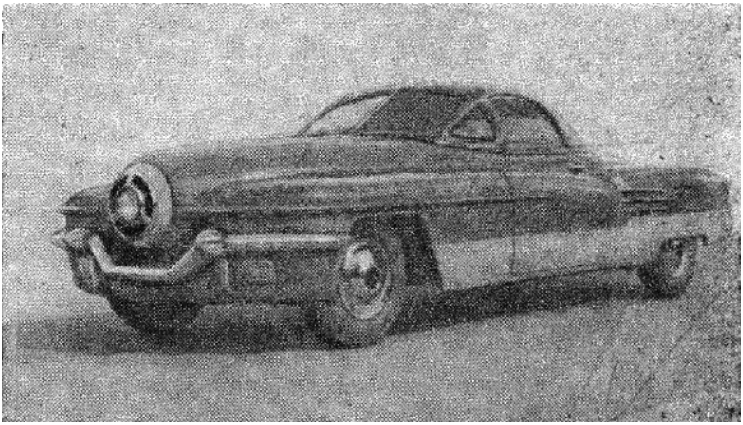


Рис. 114. Спортивный автомобиль ЗИС-112

наружной поверхностью. Окраска должна быть нанесена ровным слоем; после окраски поверхность кузова подвергается полировке.

Перед местом водителя устанавливается небольшой защитный козырек из органического стекла.

Наилучшие результаты по обтекаемости дают автомобили с закрытой кабиной. Поэтому на многих гоночных автомобилях над головой гонщика устраивают колпак из органического стекла. Этот колпак должен быть легкосъемным, чтобы в случае необходимости не задержать выход водителя из кабины. На рис. 101 видно устройство откидного колпака над местом водителя на автомобиле «Дзержинец».

За сиденьем водителя устраивают небольшой обтекатель, плавно сходящий на нет к задней части автомобиля.

При закрытии кабины водителя колпаком необходимо обеспечить хорошую вентиляцию, так как в кабину могут проникать отработавшие газы, и температура в ней будет значительно повышаться.

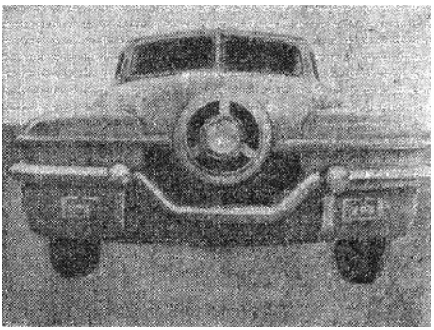


Рис. 115. Вид спереди автомобиля ЗИС-112

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

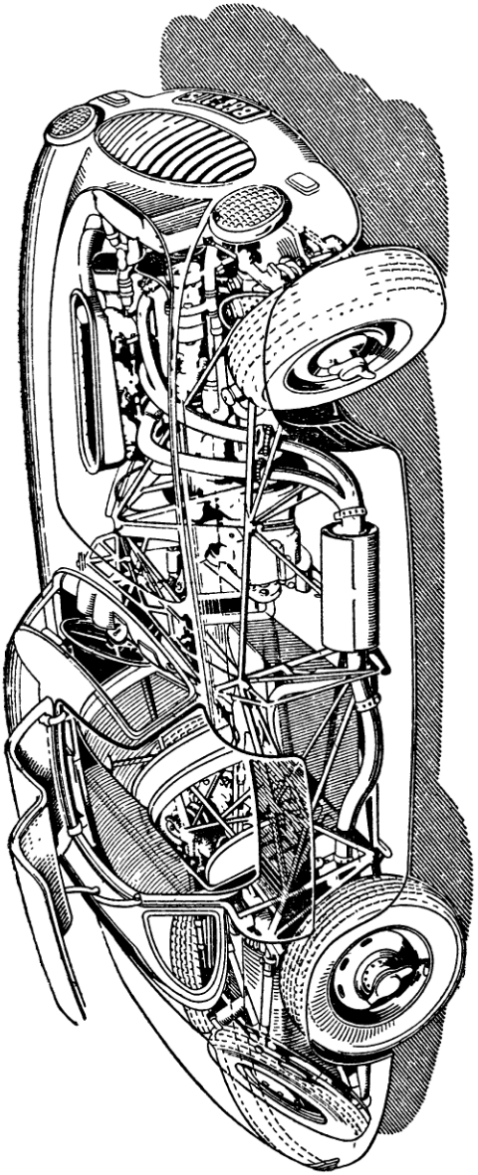


Рис. 116. Кузов спортивного автомобиля, каркас которого служит одновременно рамой автомобиля

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Место водителя должно быть отделено от двигателя металлической перегородкой, что необходимо с точки зрения пожарной безопасности.

Так как спортивные автомобили строят обычно не только для участия в соревнованиях, но и для обычной эксплуатации, они должны предоставлять достаточный комфорт для водителя и сидящего рядом с ним пассажира. Поэтому хорошая обтекаемость должна сочетаться в этих автомобилях с просторной кабиной и красивым внешним видом.

У большинства спортивных автомобилей сидение в кабине выполняется тех же размеров, как переднее сидение в серийном легковом автомобиле.

Спортивные автомобили строят как с открытыми, так и с закрытыми кузовами.

В настоящее время у закрытых автомобилей преобладает так называемая бескрылая форма кузова, при которой крылья выполнены заодно целое с кузовом.

На рис. 114 показан спортивный автомобиль ЗИС-112 с закрытым двухместным кузовом. Верхняя часть кузова, закрывающая кабину, — съемная,

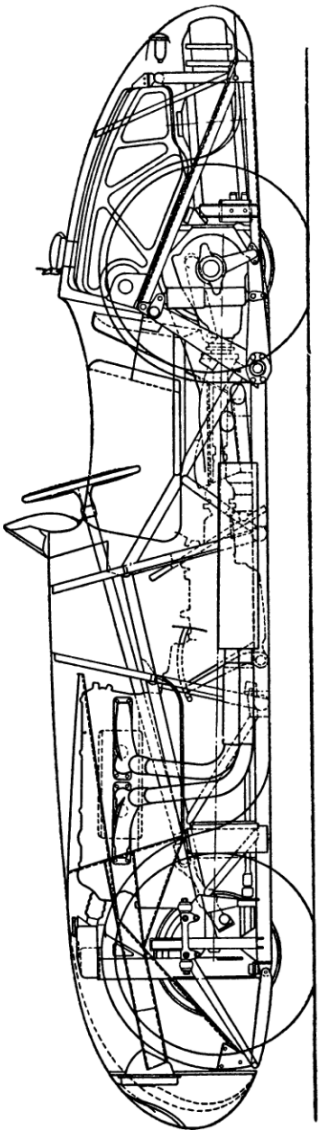


Рис. 117. Кузов открытого спортивного автомобиля с трубчатым каркасом, служащим рамой

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

и в соревнованиях автомобиль может участвовать как открытый автомобиль. На рис. 115 приведен вид спереди автомобиля ЗИС-112. В прорези вокруг центрально расположенной фары проходит воздух для охлаждения радиатора.

Все наружные части по возможности утапливаются в панелях кузова.

Снизу автомобиля устраивают второй пол, уменьшающий сопротивление слоя воздуха, находящегося между нижней частью автомобиля и дорогой.

На рис. 116 представлена оригинальная конструкция закрытого кузова спортивного автомобиля, каркас которого служит рамой автомобиля. Дверка облегченной конструкции при открывании откидывается наверх. На рис. 117 представлен спортивный автомобиль с открытым кузовом, имеющим трубчатый каркас, служащий рамой.

ШИНЫ

При высоких скоростях движения шины являются наиболее ответственной частью автомобиля. От надежности шин зависит безопасность движения; внезапный разрыв камеры и покрышки при движении автомобиля может быть причиной тяжелой аварии.

При вращении колес с большим числом оборотов все части шины, а особенно протектор, расположенный на периферии покрышки, получают очень большую нагрузку от центробежной силы.

При большой скорости движения нагрузка от центробежной силы вызывает усиленное истирание шины о поверхность дороги. Это истирание происходит наиболее интенсивно при пробуксовке и торможении колес автомобиля.

Кроме того, шины подвергаются во время работы сильному нагреву, что также уменьшает их стойкость.

Вследствие этого шины, применяемые для скоростных автомобилей, должны быть очень высокого качества.

Требования к качеству шин увеличиваются по мере возрастания скорости автомобилей, ввиду этого ниже отдельно рассматриваются вопросы, связанные с использованием шин для серийных и гоночных автомобилей.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Шины для серийных автомобилей

Для серийных легковых автомобилей, принимающих участие в спортивных соревнованиях, применяют обычные стандартные шины, а также специальные шины улучшенного качества.

Обычные стандартные шины, применяемые для автомобилей «М-20», размером 6,00—16 (модель И-77) показали достаточную стойкость лишь при скоростях 115—120 км/час. При более высоких скоростях движения были случаи разрыва покрышек и происходил значительный износ протектора.

На автомобилях ЗИМ со стандартными шинами размером 7,00—15 при скорости движения порядка 135 км/час происходило отслаивание протектора от подушечного слоя. То же явление наблюдалось и на автомобилях ЗИС-110 со стандартными шинами при скорости порядка 140 км/час.

Основной недостаток стандартных шин заключается в том, что при толстом слое протектора на него действуют большие центробежные силы, а также происходит сильный нагрев. Нагрев протектора способствует его отслаиванию и приводит к увеличению температуры воздуха, заключенного в камере. В результате внутреннее давление в шине значительно повышается и вследствие недостаточной прочности происходит разрыв камеры и покрышки.

Применение шин обычной конструкции с протектором из натурального каучука не дает хороших результатов, что подтверждается примером автомобиля ЗИС-110, имеющего покрышки из натурального каучука.

При уменьшении толщины протектора по беговой дорожке до 4—5 мм значительно улучшается стойкость шин.

Для выяснения стойкости шин при больших скоростях движения во Всесоюзных автомобильных соревнованиях 1952 г. были произведены наблюдения за состоянием шин. Эти наблюдения производились технической комиссией с участием представителей Научно-исследовательского института шинной промышленности. При этом учитывались радиальная нагрузка на шину, пробег шины до начала соревнований, внутреннее давление в шине и обработка протектора.

Согласно существующим правилам, на автомобилях, принимающих участие в скоростных соревнованиях, дол-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

жны ставиться новые шины (не подвергавшиеся ремонту) с пробегом не более 5000 км. Шины должны быть выпущены не более чем за год до начала соревнований.

Перед стартом все шины подвергались наружному осмотру и производился замер внутреннего давления; немедленно после финиша производился вторичный осмотр с замером внутреннего давления в шине и температуры покрышки. Температура измерялась в зоне подпротекторного слоя посередине беговой дорожки специальным пирометром.

В табл. 21 приведены средние значения радиальной нагрузки на шины.

Таблица 21

Среднее значение радиальной нагрузки на шины

Марка автомобиля	Радиальная нагрузка на шины, кг	
	переднее колесо	заднее колесо
«Москвич»	250	300
М-20	440	440
ЗИС-112	670	670
ЗИС-110	750	750

При дистанции соревнований в 500 км и высоких средних скоростях движения автомобилей результаты полученных наблюдений являются весьма показательными для оценки качества шин.

В табл. 22 приведены данные о шинах 5,00—16, установленных на автомобилях «Москвич», а в табл. 23 — о шинах 6,00—16, установленных на автомобилях М-20.

На основании данных соревнований можно сделать ряд выводов по применению различных типов шин для серийных автомобилей и спортивных автомобилей типа ЗИС-112.

1. Максимальная средняя скорость движения автомобилей «Москвич» (табл. 22) колебалась в пределах 110—113 км/час. При такой скорости, так же как и при более низких скоростях (100—110 км/час), все шины с указанными выше данными прошли дистанцию 500 км без по-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

вреждений (одна покрышка вышла из строя из-за пореза боковины глушителем). Температура покрышек составляла 40—45° С, что является допустимым для пневматических шин. Повышение внутреннего давления в среднем составляло 0,2—0,3 кг/см^2. Заметного износа протектора шин по беговой дорожке не наблюдалось.

Таким образом, шины 5,00—16 модели И-88 можно применять на автомобилях «Москвич», участвующих в длительных скоростных соревнованиях.

Низкие температуры покрышек и незначительное повышение 'внутреннего давления указывают на возможность использования шин 5,00—16 модели И-88 на автомобилях «Москвич» при более высоких скоростях, чем 113 км/час.

2. Из 26 автомобилей М-20 (табл. 23), участвовавших в гонках на дистанцию 500 км, 15 автомобилей были снабжены специальными шинами 6,00—16 маркировки А-3, три автомобиля имели на передних колесах специальные шины маркировки А-3, а на задних колесах стандартные шины 6,00—16 и, наконец, 8 автомобилей имели на передних и задних колесах стандартные шины 6,00—16.

Специальные шины маркировки А-3 имели начальное внутреннее давление от 3 до 4 кг/см^2. В стандартных шинах начальное внутреннее давление было 2,5—3,5 кг/см^2.

Максимальная (средняя) скорость движения автомобилей М-20, достигнутая на дистанции 500 км, составила 130—143 км/час.

Из 66 специальных шин маркировки А-3 только одна шина имела повреждение (отслоение протектора на длине 300—350 мм). У остальных шин повреждений не наблюдалось. Покрышка, на которой произошло отслоение протектора (автомобиль № 24), использовалась ранее в скоростных соревнованиях и имела перед стартом приблизительно 700 км пробега; эта покрышка была изготовлена в апреле 1951 г.

Температура покрышек А-3 была 65—70° Ц. Такая температура допустима при эксплуатации пневматической шины. Повышение внутреннего давления шин А-3 составляло в среднем 0,3—0,4 кг/см^2. Заметного износа протектора шин А-3 по беговой дорожке не наблюдалось.

Таким образом, специальные шины 6,00—16 маркировки А-3 соответствуют требованиям, предъявляемым к шинам автомобилей М-20, участвующих в скоростных соревнованиях.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Данные о шинах 5,00—16 (модели И-88), установленных на на дистанцию 500 км

Гоночный номер автомобиля	Передние колеса				
	завод и дата изготовления	пробег перед стартом, км	внутреннее давление, кг/см^2		температура после финиша
			перед стартом	после финиша	
46	МШЗ VI-51	новые	3,0	3,3	40
43	ЛШЗ II-52	»	2,5	—	—
41	ЛШЗ II-52	»	2.5	—	—
44	—	1500	3,0	3,0	42
50	МШЗ	1500	3,2	3,6	43
49	МШЗ	1500	2,5	2,6	42
45	МШЗ	1500	2,4	2,6	41
47	МШЗ VII-50	50	2,5	—	—
43	МШЗ	1500	2,2	2,4	39
42	МШЗ VII-50	2000	2,5	2,7	42

Примечания: 1. На передних колесах автомобиля уста
2. После финиша не было никаких повреждений

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Таблица 22

автомобилях «Москвич», участвовавших в шоссейных гонках в соревнованиях 1952 г.

Задние колеса					Средняя скорость, км/час	Примечания
завод и дата изготовления	пробег перед стартом, км	внутреннее давление, кг/см^2		температура после финиша		
		перед стартом	после финиша			
МШЗ V-51	новые	3,0	3,3	39	101,2	Покрышка вышла из строя из-за пореза боковины глушителем
ЛШЗ XII-51	»	2,5	—	—	—	Автомобиль сошел с дистанции
ЛШЗ XII-51	»	2,5	—	—	84,2	Автомобиль сошел с дистанции
—	1500	3,0	3,2	45	111,1	
МШЗ	1500	3,5	4,0	43	106,8	
МШЗ	1500	2,5	2,8	42	107,3	
МШЗ	1500	2,8	3,0	44	109,6	Автомобиль сошел с дистанции
МШЗ VIII-50	1500	2,5	—	—	85,4	
МШЗ	1500	3,0	3,3	44	110,2	
МШЗ VII-51	2000	2,9	3,0	44	112,7	

навливались шины специальные И-88, на задних – гоночные И-88.
шин.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Данные о шинах размера 6,00—16, установленных на автомобилях в соревнованиях

Гоночный номер автомобиля	Передние колеса							
	маркировка покрышки	завод и дата изготовления	пробег перед стартом, км	внутреннее давление, кг/см^2		температура после финиша	состояние шин после финиша	маркировка
				до старта	после финиша			
35	А-3	ЯШЗ VIII-51	1000	4,0	4,4	70	Повреждений нет	А-3
12	А-3	ЯШЗ VIII-51	1000	4,0	4,3	65	То же	А-3
11	А-3	ЯШЗ VIII-51	1000	4,0	4,4	60	»	А-3
18	А-3	ЯШЗ VI-52	600	3,5	3,7	68	»	Серийная
33	-3	ЯШЗ VII-52	600	3,5	3,9	60	»	»
15	А-3	ЯШЗ VII-52	600	3,5	4,1	60	»	»
39	Серийная	VI-52	1000	3,0	—	—	Разрыв каркаса шины правого колеса	»
30	»	ЯШЗ VI-52	1000	—	—	—	То же	»
21	»	ЯШЗ VI-52	1000	—	—	—	»	»
17	»	ЯШЗ VI-52	—	3,5	—	—	»	»
26	»	ЯШЗ VI-52	—	—	2,9	89	»	»
28	»	ЯШЗ IV-52	—	2,5	—	—	»	»
34	»	ЯШЗ IV-52	—	3,0	—	—	»	»
16	»	ЯШЗ IV-52	—	3.0	3,2	73	»	»
22	А-3	ЯШЗ VIII-50	1700	4,0	4,4	70	»	А-3
13	А-3	ЯШЗ VIII-50	1700	3,5	—	—	Лопнула камера	А-3
36	А-3	ЯШЗ VIII-50	1700	—	—	—	Повреждений нет	А-3
20	А-3	ЯШЗ VIII-50	—	—	—	—	То же	А-3
25	А-3	ЯШЗ VIII-50	—	—	—	—	»	А-3

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Таблица 23

М-20, участвовавших в шоссейных гонках на дистанции 500 км 1952 г.

Задние колеса						Средняя скорость движения автомобиля, км/ч	Примечания
завод и дата изготовления	пробег перед стартом, км	внутреннее давление, кг/см^2		Температура после финиша	состояние шин после финиша		
		до старта	после финиша				
ЯШЗ VIII-51	1000	4,0	4,4	76	Повреждений нет	143	
ЯШЗ VIII-51	1000	4,0	4,4	65	То же	135,4	
ЯШЗ VIII-51	1000	4,0	4,3	58	»	129,1	
ЯШЗ VII-52	1000	3,5	3,8	78	У одной покрышки разрыв каркаса	132,7	
ЯШЗ VI-52	1000	3,5	3,8	70	Повреждений нет	120,7	
ЯШЗ VI-52	1000	3,5	4,2	80	Отслоение протектора	118,5	
ЯШЗ VI-52	1000	3,0	—	—	Повреждений нет	—	Автомобиль сошел с дистанции
ЯШЗ VI-52	1000	—	—	—	То же	—	То же
ЯШЗ VI-52	—	—	—	—	»	—	
ЯШЗ VI-52	—	3,5	—	—	Отслоение протектора; разрыв каркаса	86,2	
ЯШЗ VI-52	—	—	2,9	70	Повреждений нет	117,4	Автомобиль сошел с дистанции
ЯШЗ IV-52	—	2,5	—	—	То же	—	
ЯШЗ IV-52	—	3,0	—	—	»	113,1	
ЯШЗ IV-52	—	3,0	3,2	73	»	114,8	
ЯШЗ VIII-50	1700	4,0	4,4	70	»	136,1	Автомобиль сошел с дистанции
ЯШЗ VIII-50	1700	3,5	—	—	»	—	То же
ЯШЗ VIII-50	—	—	—	—	»	—	»
ЯШЗ VIII-50	—	—	—	—	»	—	»
ЯШЗ VIII-50	—	—	—	—	»	—	»

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Один из автомобилей (№ 13) сошел с дистанции из-за разрыва камеры шины переднего колеса. Камера вышла из строя в месте ремонтной заплатки. Это подтверждает необходимость строгого соблюдения технических правил, запрещающих применение на гоночных автомобилях камер, подвергавшихся ремонту.

Из 30 стандартных шин размером 6,00—16 за время соревнований 6 полностью вышли из строя, четыре имели разрыв каркаса и две — отслоение протектора.

Серьезные повреждения стандартных шин показывают, что их не следует использовать для соревнований, в которых скорость движения автомобилей может превышать 115—120 км/час.

3. Средняя скорость автомобиля ЗИС-112 составляет 156,5 км/час. При такой скорости, указанной выше радиальной нагрузке на колесо и начальном внутреннем давлением, равном 4,0 кг/см^2, все шины размера 7,50—16 модели М-24 маркировки Т-30 прошли дистанцию 500 км без повреждений. Износ (истирание) протектора также составил сравнительно небольшую величину — беговая дорожка[1] оказалась изношенной по высоте протектора в среднем на 1,5—2 мм.

Температура покрышки 7,50—16 в центре массива беговой дорожки была 55° Ц. Указанная температура значительно ниже опасного предела температур пневматической шины (100—120° Ц).

Внутреннее давление шины после прохождения всей дистанции увеличилось на 0,3—0,6 кг/см^2.

Таким образом, шины 7,50—16 маркировки Т-30 (обточенные) полностью удовлетворяют требованиям движения автомобиля ЗИС-112 при эксплуатационном режиме гонок на дистанции 500 км. Низкая температура покрышки и незначительное повышение внутреннего давления дают возможность предполагать, что шины 7,50—16 маркировки Т-30 должны устойчиво работать продолжительное время и при скоростях выше 150—160 км/час.

Шины для гоночных автомобилей

К шинам гоночных автомобилей предъявляют более высокие требования: высокая надежность и прочность против разрыва под действием очень высоких нагрузок; достаточная стойкость против износа; обеспечение автомо-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

билю хорошей устойчивости и наименьший коэффициент сопротивления качению.

Наиболее высоким нагрузкам подвергаются шины рекордно-гоночных автомобилей, предназначенных для установления абсолютных мировых рекордов скорости. Так, например, при радиусе качения 550 мм и скорости 140 м/сек (504 км/час) только под влиянием центробежной силы каждый грамм веса протектора на окружности колеса нагружен силой 4 кг, т. е. в 4000 раз больше собственного веса. При скорости 500 км/час деформация от неровностей дороги больше в 125 раз по сравнению с деформацией при скорости в 100 км/час.

Даже для дорожно-гоночных автомобилей при скоростях 200—220 км/час и шинах с радиусом качения 330—350 мм протектор при движении нагружается центробежной силой примерно в 1000 раз больше его веса.

Поэтому покрышки шин гоночных автомобилей изготавливают из высокопрочных материалов. Для корда используют натуральный или искусственный шелк, а в последнее время ткань типа «Капрон». Каркас выполняют из стальной проволоки с очень высоким сопротивлением разрыву. Для протектора применяют лучшие сорта натурального каучука.

Износостойкость шин должна обеспечивать пробег в пределах дистанции рекордного заезда, если, конечно, этот рекорд не устанавливается на очень дальние дистанции (свыше 1000 км).

Для дорожно-гоночных автомобилей желательно, чтобы стойкость шин обеспечивала их несменяемость на всю дистанцию длительных соревнований.

Когда соревнования продолжаются длительное время (например, в течение 24 часов) по кольцевой дороге или автодрому, стремятся производить не более одной смены всего комплекта шин. Для ускорения смену всех колес с шинами производят на заправочных пунктах, применяя специальные приспособления в виде домкратов, установленных на тележках. Эти тележки позволяют одновременно приподнимать передний и задний мосты автомобиля. Вся операция смены колес должна происходить в течение времени заправки автомобиля топливом. Устойчивость автомобиля зависит от наружного диаметра шины, ширины профиля, рисунка и формы протектора, внутреннего давления воздуха в шинах и боковой эластичности.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Значительное уменьшение коэффициента сцепления шины с дорогой увеличивает опасность бокового скольжения и заноса автомобиля.

В настоящее время шины гоночных автомобилей имеют диаметр обода 16—21 и «широкий профиль 5—7», причем для задних ведущих колес устанавливают обычно шины с большей шириной профиля, так как увеличение профиля дает меньший износ шин (меньше величина удельного давления на полотно дороги). Наружную поверхность протектора делают почти плоской.

Рисунок протектора имеет неглубокие продольные канавки на беговой дорожке. Шины дорожно-гоночных автомобилей часто выполняют с протектором в форме шашки, дающим хороший коэффициент сцепления.

Для уменьшения боковой эластичности шин, вызывающей значительный боковой увод колес, повышают жесткость каркаса в боковинах покрышек.

На заводах-изготовителях шины подвергают тщательной статической и динамической балансировке и испытанию на станках с беговыми барабанами. Все шины для гоночных автомобилей снабжаются специальными паспортами, в которых указано, на какие предельные скорости движения они рассчитаны. Использование шин для больших скоростей, чем указано в паспорте, категорически запрещается.

Основным показателем каждой шины является величина внутреннего давления. Для шин гоночных автомобилей значение величины внутреннего давления особенно велико, так как от него зависит коэффициент сопротивления качению f, а следовательно, и затраты мощности на качение автомобиля.

При небольших скоростях движения величина внутреннего давления оказывает незначительное влияние на коэффициент сопротивления качению*. При скоростях движения свыше 100 км/час внутреннее давление в шинах оказывает значительное влияние на коэффициент сопротивления качению, причем это влияние растет с увеличением скорости движения. Экспериментальные исследования показывают, что с увеличением внутреннего давления в шинах коэффициент сопротивления качению f уменьшается.

Как показывают результаты этих исследований, основные потери на сопротивление качению шины по гладкой поверхности состоят из потерь на внутреннее трение в самой шине.

Чем больше внутреннее давление в шине, тем меньше величина

* За исключением тех случаев, когда внутреннее давление в шине меньше установленного. Езда на полуспущенных шинах вызывает, помимо увеличенного их износа, дополнительные затраты мощности на качение.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

радиальной деформации, а следовательно, меньше и вызываемые ею внутренние потери.

Теоретически зависимость изменения величины коэффициента качения от скорости движения и внутреннего давления в шине в настоящее время не установлена. Имеется ряд эмпирических формул для определения величины коэффициента f в зависимости от скорости автомобиля v км/час и внутреннего давления в шине p кг/см^2. Наибольшее применение имеет следующая эмпирическая формула:

$$f = \frac{1}{p\ 0{,}64}\left(20 + \frac{v^{3,7}}{294\ 000\ p^{1,44}}\right) \text{кг/т}.$$

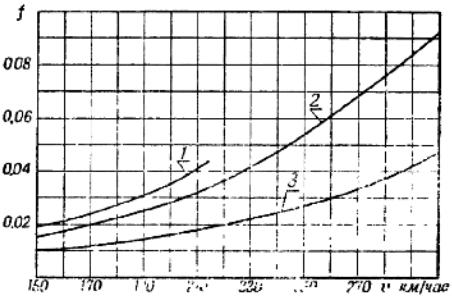


Рис. 118. Кривые изменения коэффициента f в зависимости от скорости движения автомобиля v для шин с различным внутренним давлением:

1 — при давлении 3,0 кг/см^2; *2* — при давлении 3,5 кг/см^2; *3* — при давлении 5,0 кг/см^2

Основанием для составления эмпирических формул служат данные, полученные при лабораторных испытаниях шин на стендах с беговыми барабанами.

На рис. 118 приведены кривые изменения f в зависимости от скорости v для шин с различным внутренним давлением; кривые построены на основании расчетов по приведенной выше формуле.

Эта формула дает приближенные результаты для скоростей движения более 150 км/час. Для меньших скоростей движения пользоваться ею не рекомендуется, так как подсчитанные по ней величины коэффициента f для шин высокого давления 5—6 кг/см^2 получаются совершенно ничтожными (например, для p=5 кг/см^2 и v=100 км/час получим f = 0,0079). Дорожные испытания гоночных автомобилей не подтверждают возможность получения столь низких величин коэффициента сопротивления качению даже при высоком давлении в шинах.

Для диапазона скоростей 150—200 км/час коэффициент f, под-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

считанный по этой формуле, дает приближенные результаты по сравнению с данными, полученными при лабораторных испытаниях шин отечественного производства на стенде с беговыми барабанами

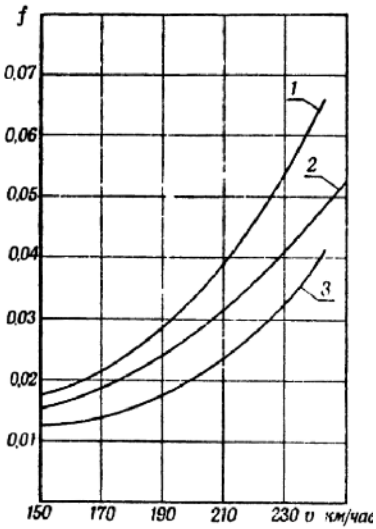


Рис. 119. Кривые изменения коэффициента f в зависимости от скорости движения автомобиля v для шин с внутренним давлением 3,5 кг/см^2:

1 — экспериментальная кривая для шин с обычным протектором, *2* — кривая, подсчитанная по эмпирической формуле, *3* — экспериментальная кривая для шин с обточенным протектором

На рис. 119 представлены кривые изменения коэффициента f для шин размером 5,00—16 типа И-88 с внутренним давлением p = 3,5 кг/см^2 в зависимости от скорости движения автомобиля. Как видно и сравнения кривых, определение по этой эмпирической формуле дает заниженное значение коэффициента f по сравнению с экспериментальными данными для шин с объемным протектором; расхождение увеличивается с ростом скорости.

Для шин с обточенным протектором значение коэффициента f несколько завышено: при скоростях свыше 200 км/час эта разница не столь существенна и ею можно пренебречь при ориентировочных динамических расчетах.

Следует иметь в виду, что указанная формула была выведена для типичных гоночных шин специальной конструкции, к каковым шины типа И-88 не относятся.

Таким образом, пользование эмпирическими формулами может дать приближенные результаты для шин различного типа.

ДИНАМИКА СКОРОСТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

К динамическим качествам скоростных автомобилей предъявляют различные требования в зависимости от того, к какому типу эти автомобили относятся.

Серийные автомобили, приспособленные к скоростным соревнованиям, и дорожно-гоночные автомобили должны обладать высокой приемистостью и обеспечивать получение возможно большей максимальной скорости.

От рекордно-гоночных автомобилей, предназначенных для рекордов на короткие дистанции со стартом с хода, требуется лишь получение наибольшей скорости, так как разгон происходит не на зачетной дистанции.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Улучшение динамики серийных автомобилей

Динамические качества серийных автомобилей можно улучшить: 1) повышением мощности двигателя, 2) изменением передаточного числа главной передачи, 3) применением шин с повышенным внутренним давлением и 4) путем уменьшения сопротивления качению.

Другие способы для улучшения динамики (улучшение обтекаемости, снижение веса) не могут быть использованы для серийных автомобилей вследствие действующего в настоящее время положения о сохранении внешней формы и всего оборудования автомобиля.

Выше были рассмотрены способы повышения мощности двигателя (см. стр. 33). Поэтому здесь будут рассмотрены вопросы, связанные с рациональным использованием мощности.

В соответствии с повышением мощности двигателя должно быть подобрано передаточное число главной передачи так, чтобы обеспечить автомобилю получение более высокой максимальной скорости.

Для обычного легкового автомобиля максимальная скорость не имеет большого значения, но важно при средних скоростях движения иметь достаточно большой запас мощности для преодоления могущих встретиться дополнительных дорожных сопротивлений.

При установившемся движении автомобиля мощность, подводимая к задним колесам, расходуется на преодоление сопротивления качению и сопротивления воздуха.

Затрата мощности на сопротивление качению N_f определяется следующим выражением:

$$N_f = \frac{G \cdot f \cdot v}{270},$$

где G — полный вес автомобиля, кг;
f — коэффициент сопротивления качению;
v — скорость автомобиля, км/час.

Затрата мощности на преодоление сопротивления воздуха N_w будет равна:

$$N_w = \frac{K \cdot f \cdot v^3}{3500},$$

где K — коэффициент сопротивления воздуха;
F — площадь лобового сопротивления, м^2;
v — скорость автомобиля, км/час.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Общая затрата мощности на преодоление сопротивления движению автомобиля:

$$N_s = N_f + N_w = \frac{G \cdot f \cdot v}{270} + \frac{K \cdot F \cdot v^3}{3500}.$$

Затраты мощности на сопротивление воздуха примерно при скорости 65—80 км/час становятся равными затратам мощности на сопротивление качению. При дальнейшем росте скорости затраты мощности на сопротивление воздуха резко возрастают.

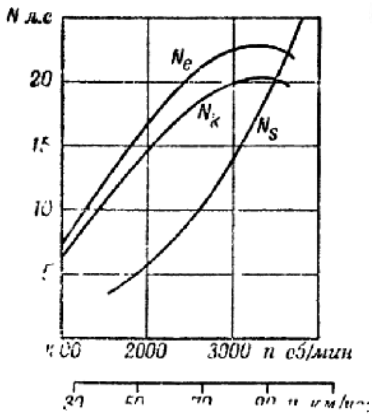


Рис. 120. График рабочего баланса серийного автомобиля «Москвич»

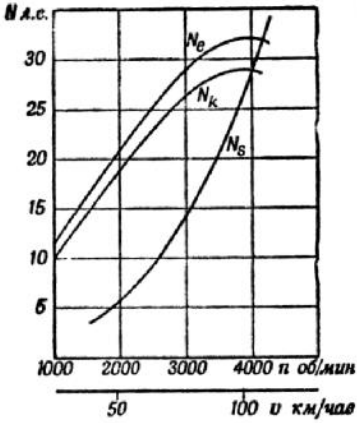


Рис. 121. График рабочего баланса серийного автомобиля «Москвич», подготовленного к скоростным соревнованиям

Мощность, подводимая к задним колесам автомобиля N_k, равна произведению эффективной мощности двигателя N_e и коэффициента полезного действия силовой передачи η_m:

$$N_k = N_e \cdot \eta_m$$

Распределение мощности на преодоление различных сопротивлений носит название рабочего баланса.

На рис. 120 представлен график рабочего баланса серийного автомобиля «Москвич», а на рис. 121 — аналогичный график для автомобиля «Москвич», подготовленного к скоростным соревнованиям.

Максимальная скорость, достигнутая автомобилем, соответствует на графике пересечению кривой мощности на

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

ведущих колесах N_k с кривой мощности суммарных сопротивлений N_s.

Наиболее высокая максимальная скорость автомобиля достигается в том случае, когда кривая суммарных сопротивлений N_s пересекается с кривой мощности на колесах в точке перегиба последней.

В серийных легковых автомобилях это пересечение всегда происходит за точкой перегиба кривой N_k примерно на 10—15%. Вследствие этого автомобиль может легче преодолевать встретившееся повышенное сопротивление пути, например подъем дороги, так как с уменьшением скорости не происходит падения мощности.

Для серийного автомобиля, подготовленного к линейным шоссейным гонкам, это пересечение кривых должно быть взято ближе к точке перегиба кривой N_k. В этом случае запас мощности и тягового усилия будет несколько меньше, но максимальная скорость движения будет несколько выше. Для автомобиля, участвующего в линейных скоростных соревнованиях, необходимо иметь относительно небольшой запас мощности для преодоления небольших подъемов, случайных порывов ветра и т. п. Скоростные соревнования проводятся обычно по дорогам с ровным рельефом местности и поэтому значительные подъемы при расчетах во внимание не принимаются. В случае соревнований на короткие дистанции по дорогам с ровным рельефом для получения наибольшей скорости кривая N_s должна пересекаться с кривой N_k в точке ее перегиба.

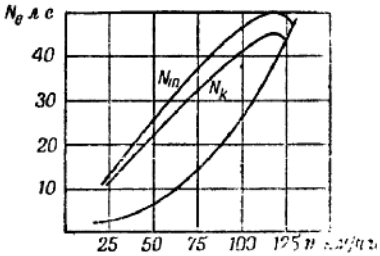


Рис. 122. Примерный рабочий баланс автомобиля М-20, подготовленного для скоростных соревнований на среднюю дистанцию

На рис. 122 представлен примерный рабочий баланс автомобиля М-20, подготовленного для скоростных соревнований на среднюю дистанцию (200—500 км).

Относительное положение кривых N_s и N_k и точка их пересечения определяются при прочих равных условиях выбором передаточного числа главной передачи.

Зависимость между числом оборотов коленчатого вала

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

двигателя и скоростью автомобиля (при движении на прямой передаче) выражается следующей формулой:

$$v_a = \frac{2\pi r_k n_m}{60 \cdot i_0} 3{,}6 \text{ км/час.}$$

Откуда передаточное число главной передачи

$$i_0 = \frac{2\pi \cdot r_k \cdot n_m}{60 \cdot v_a} 3{,}6,$$

где v_a — скорость автомобиля, км/час;
r_k — радиус колеса, м;
n — число оборотов коленчатого вала двигателя в минуту.

Подставив значение r_k являющееся постоянной величиной, произведя преобразования и обозначив полученную постоянную величину через A, получим $i_0 = A\frac{n_m}{v_a}$.

Необходимое передаточное число может быть выбрано на основании построения графиков рабочего баланса автомобиля, когда известна кривая N_s.

Нанеся кривую мощности на колесе N_k, зависящую от числа оборотов коленчатого вала двигателя, подбирают масштаб скорости таким образом, чтобы получить ее пересечение с кривой N_s в определенной выбранной точке. Очевидно, что скорость автомобиля, соответствующая оборотам коленчатого вала двигателя n_m в выбранной точке пересечения:

$$v_a = A\frac{n_m}{i_0}.$$

Соответствующий отрезок на оси абсцисс от 0 до n_m, представляющий шкалу оборотов, обозначим через s. Чтобы получить масштаб скорости, вычисляют длину отрезка a (в мм) шкалы v_a, соответствующего скорости 10 км/час. Составим пропорцию:

$$v_a : s = 10 : a,$$

откуда

$$a = \frac{10 \cdot s}{v_a}.$$

Таким образом, для оси абсцисс получили вторую шкалу скорости v_a, которая строится под шкалой для числа оборотов n.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Зная величину v_a, соответствующую заданному числу оборотов n_m, определяют значение передаточного числа главной передачи i_0.

Для расчетов, связанных с построением графика рабочего баланса, можно пользоваться данными, приведенными в табл. 24 для отечественных легковых автомобилей, используемых для скоростных соревнований:

Таблица 24

Основные параметры отечественных легковых автомобилей, используемых в скоростных соревнованиях

Параметр	Марка автомобиля	
	«Москвич»	М-20
Полный вес, кг	950—1000	1450—1500
Площадь лобового сопротивления F, м^2	1,9	2,2
Коэффициент сопротивления воздуха K	0,035	0,25
Коэффициент сопротивления качению f (до v = 150 км/час и давлении в шинах p = 3,5 — 4 кг/см^2)	0,016	0,016
К. п. д. силовой передачи η_m	0,9	0,9
Радиус качения колеса r_k, м	0,3	0,355

Кривая мощности двигателя строится по данным стендовых испытаний.

С увеличением мощности двигателя (при большой степени его форсировки) передаточное число главной передачи уменьшается, что подтверждается результатами всесоюзных автомобильных соревнований.

В табл. 25 приведены данные по автомобилям М-20, принимавшим участие во Всесоюзных автомобильных соревнованиях 1950 г. Из таблицы видно, в каких пределах производилось изменение передаточного числа главной передачи при увеличении мощности двигателей.

При уменьшении сопротивления качению улучшаются динамические качества серийных автомобилей. К потерям на сопротивление качению относятся, помимо трения колес о поверхность дороги и деформации шин, также потери на трение в подшипниках передних колес и в подвеске.

В разделе, посвященном шинам, приводились данные о влиянии внутреннего давления в шинах на величину

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Таблица 25

Краткая техническая характеристика автомобилей М-20, принимавших участие во Всесоюзных автомобильных соревнованиях 1950 г.

Группа автомобилей по типу кузова	№ автомобиля в соревнованиях	Рабочий объем двигателя, л	Степень сжатия	Мощность двигателя, л. с.	Число оборотов в минуту	Передаточное число главной передачи	Полный вес автомобиля, кг	Изменение кузова
I	11	2,49	7,0	75	4100	3,09	1200	Специальный обтекаемый
	20	2,49	7,0	75	4100	3,09	1300	Стандартный, пониженный на 60 мм
	27	2,49	7,0	75	4100	3,09	1400	Стандартный без задних дверей
II	14	2,12	7,0	68	4000	3,78	1400	Стандартный
	23	2,12	7,0	68	4000	3,78	1400	»
	25	2,12	7,0	68	4000	3,78	1400	»
III	22	2,12	6,9	60	3600	4,44	1500	Стандартный, пониженный на 50 мм
	29	2,12	6,5	55	3600	4,44	1500	Стандартный

Примечание. Во Всесоюзных автомобильных соревнованиях 1950 г. разрешалось изменять форму кузова и увеличивать рабочий объем двигателей М-20 до 2500 $см^3$.

коэффициента сопротивления качению *f*. При больших скоростях движения уменьшение давления в шинах намного снижает величину коэффициента *f*.

В серийных автомобилях не увеличивают внутреннее давление в шинах более 3,5—4 $кг/см^2$. При дальнейшем повышении внутреннего давления в шинах значительно уменьшается мягкость хода. При этом водитель ощущает резкие удары в руль, что затрудняет управление автомобилем.

Давление в шинах задних колес может быть несколько большим, чем давление в шинах передних колес.

Для уменьшения потерь на трение в подшипниках их

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

затяжка должна быть правильно отрегулирована. Колеса должны вращаться легко, что проверяется по затуханию свободного вращения их в приподнятом положении.

Кроме того, должна быть проверена правильность установки задних колес по отношению к передним, в противном случае может возникнуть некоторый перекос, увеличивающий потери на сопротивление качению.

Проверке подлежат также углы стабилизации передних колес.

Чем меньше потери на сопротивление качению, тем больший путь проходит автомобиль по инерции, т. е. тем лучше его накат; последний и является наилучшим критерием для оценки правильности произведенных работ.

Динамика дорожно-гоночных автомобилей

Дорожно-гоночные автомобили должны обладать достаточно высокой максимальной скоростью, способностью к быстрому разгону и торможению, располагать запасом мощности для преодоления подъемов.

Для улучшения динамики дорожно-гоночных автомобилей могут быть использованы следующие факторы: увеличение мощности двигателя, снижение площади лобового сопротивления и улучшение обтекаемости, уменьшение веса, соответствующий подбор передаточных чисел.

Увеличение мощности двигателя оказывает наибольшее влияние на повышение максимальной скорости автомобилей «младших» классов. Для автомобилей «старших» классов, достигших максимальной скорости порядка 300 км/час, дальнейшее ее увеличение требует очень большого роста мощности. На рис. 123 представлен график роста максимальной скорости и литровой мощности дорожно-гоночных автомобилей двух классов: до 1500 $см^3$ с нагнетателями и до 500 $см^3$ без нагнетателей*.

Для автомобилей класса до 1500 $см^3$ литровая мощность двигателей возросла за последние 15 лет на 124% и максимальная скорость за этот же период возросла на 120%. Для автомобилей класса до 500 $см^3$ литровая мощность за 5 лет возросла на 46,4%, а максимальная скорость на 54,2%.

Таким образом, у автомобилей «младших» классов рост

* Оба типа автомобилей имеют кузовы с открытыми колесами.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

максимальной скорости двигателя превышает прирост литровой мощности.

У автомобилей «старших» классов увеличение максимальной скорости должно в дальнейшем идти главным образом за счет улучшения обтекаемости кузова.

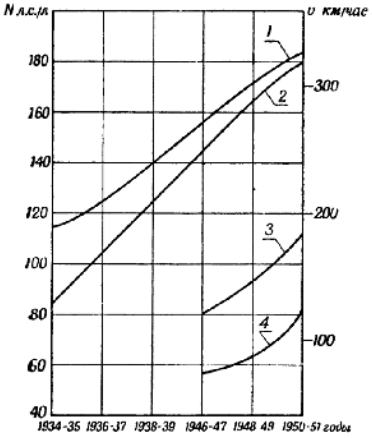


Рис. 123. График роста литровой мощности двигателей и скорости движения автомобилей классов до 1500 см^3 (с нагнетателями) и до 500 см^3 (без нагнетателей):

1 — кривая роста скорости автомобилей класса 1500 см^3 с нагнетателями; *2* — кривая роста литровой мощности двигателей автомобилей класса до 1500 см^3 с нагнетателями; *3* — кривая роста скорости автомобилей класса до 500 см^3 без нагнетателей; *4* — кривая роста литровой мощности двигателей автомобилей класса до 500 см^3 без нагнетателей

Ниже рассмотрены динамические качества дорожно-гоночных автомобилей, предназначенных для линейных шоссейных гонок и построенных на базе агрегатов серийных легковых автомобилей отечественного производства.

Такие автомобили могут быть построены в следующих классах: до 2000 см^3, до 1100 см^3 на базе специальных двигателей гоночного типа, а также до 750 см^3 на базе двигателей мотоциклов. Кузов может быть применен у таких автомобилей как с закрытыми, так и с открытыми колесами.

Для кузовов с закрытыми колесами площадь лобового сопротивления F = 1,0—1,2 м^2, а коэффициент сопротивления воздуха K = 0,018—0,02. Для кузовов с открытыми колесами F = 0,9—0,95 м^2, а коэффициент сопротивления воздуха K = 0,025—0,030.

Вес автомобилей зависит от класса автомобиля и формы кузова. Средние значения полного веса автомобиля приведены в табл. 26.

Шины для дорожно-гоночных автомобилей применяют специально изготовленные для скоростных соревнований с соответствующим паспортом завода-изготовителя.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Таблица 26

Вес гоночных автомобилей (средние данные) в зависимости от класса

Класс автомобиля	Вес кузовов, кг	
	с закрытыми колесами	с открытыми колесами
до 750 см^3	500—550	470—500
до 1100 см^3	600—650	550—580
до 2000 см^3	700—750	600—650

Для автомобилей класса до 2000 см^3 следует применять шины размером 6,00—16, а для автомобилей класса до 1100 см^3 — 5,00—16. Внутреннее давление в шинах может быть принято равным 3,5 кг/см^2. Примерные величины коэффициента сопротивления качению f при внутреннем давлении в шинах 3,5 кг/см^2 для различных скоростей движения следующие:

скорость v (в км/час) до 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210;
коэффициент сопротивления f 0,015, 0,017, 0,019, 0,022, 0,024, 0,028, 0,031.

На основании приведенных данных могут быть построены кривые затрат мощности на суммарное сопротивление $N_f + N_w$ для автомобилей всех указанных классов.

Для построения рабочих балансов необходимо иметь кривые скоростных характеристик двигателей, полученные яри стендовых испытаниях.

В случае если кривая скоростной характеристики данного двигателя полностью не снималась, но известна максимальная мощность, развиваемая двигателем, и соответствующее ей число оборотов, то скоростная характеристика может быть построена по следующей эмпирической формуле:

$$N = N_m \left[\frac{n}{n_m} + \left(\frac{n}{n_m} \right)^2 - \left(\frac{n}{n_m} \right)^3 \right] \text{ л. с.}$$

где N — искомая мощность;
n — соответствующее ей число оборотов;
N_m — максимальная мощность двигателя;
n_m — число оборотов, соответствующее максимальной мощности двигателя.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Подставляя в эту формулу различные значения n при постоянных значениях N_m и n_m, можно определить величину мощности для промежуточных точек.

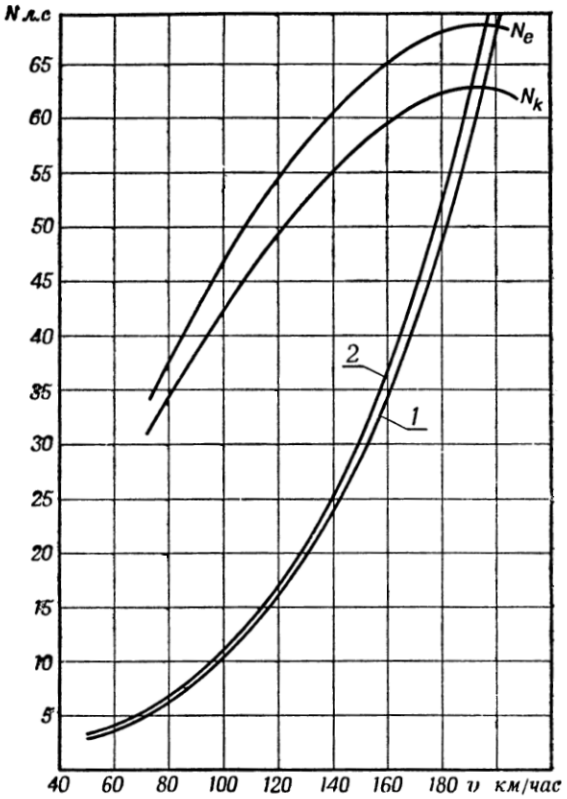


Рис. 124. График рабочего баланса автомобиля класса до 2000 см^3:
1 — с полным весом 950 кг, *2* — *с* полным весом 750 кг

Формула эта, предназначенная для быстроходных двигателей, достаточно справедлива и для форсированных автомобильных двигателей.

Примерные значения максимальной мощности для двигателей без нагнетателей, построенных на базе стандарт-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

ных деталей (блок, коленчатый вал), с верхними клапанами приведены в табл. 27.

Таблица 27

Мощность и число оборотов коленчатых валов двигателей без нагнетателей гоночных автомобилей различных классов

Класс автомобиля	Максимальная мощность, л. с.	Число оборотов в минуту
до 2000 см^3.....	75—90	4500—5000
до 1100 см^3.....	45—50	4500—5000
до 750 см^3.....	35—40	5000—5500

В случае применения нагнетателей мощность может быть повышена на 70—80%.

В соответствии с приведенными данными построены графики рабочих балансов гоночных автомобилей наиболее распространенных классов, позволяющие выяснить влияние веса и обтекаемости на величину максимальной скорости.

На рис. 124 представлен график рабочего баланса автомобиля класса до 2000 см^3 в двух вариантах: с полным весом 650 и 750 кг (например, при установке второго бака), а в табл. 28 приведены расчетные данные для его построения. Как видно из этого графика, максимальная скорость, которая может быть достигнута на этом автомобиле, составляет 195 км/час при весе 650 кг. В случае увеличения веса до 750 кг максимальная скорость автомобиля уменьшится до 190 км/час.

Таблица 28

Расчетные данные к рабочему балансу автомобиля класса до 2000 см^3

v, км/час	Вес автомобиля 650 кг			Вес автомобиля 750 кг		
	N_f	N_w	$N_f+N_w=N_s$	N_f	N_w	$N_f+N_w=N_s$
50	1,8	0,86	2,66	2,08	2,94	5,02
70	2,53	2,36	4,89	2,92	5,28	8,20
100	3,61	6,86	10,47	4,16	11,02	15,18
120	4,33	11,83	16,16	5,00	16,83	21,83
150	5,41	23,15	28,56	6,25	29,40	35,75
180	9,53	40,00	49,53	11,00	51,00	62,00
500	13,48	54,85	68,33	15,55	70,40	85,95

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

На рис. 125 представлен график рабочего баланса автомобиля класса до 1100 см^3, имеющего кузов с открытыми колесами и кузов, выполненный заодно целое с обтекателями колес. Как видно из этого графика, автомобиль с закрытыми колесами имеет более высокую максимальную скорость, несмотря на больший вес и большую площадь лобового сопротивления.

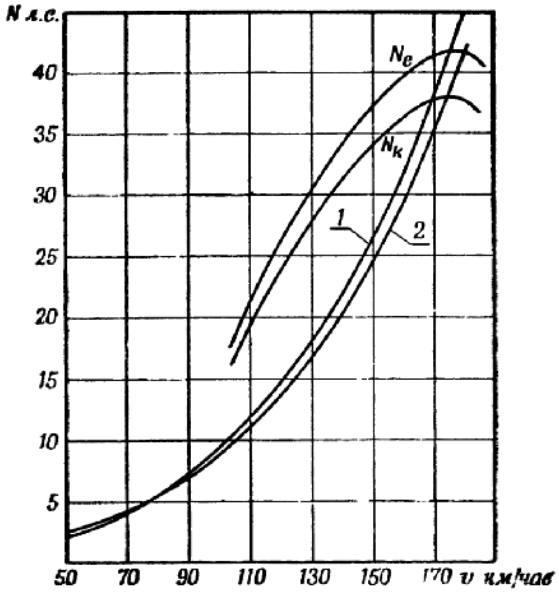


Рис. 125. График рабочего баланса автомобиля класса до 1100 см^3:
1 — с кузовом, имеющим открытые колеса; *2* — с кузовом, выполненным заодно целое с обтекателями колес

Расчетные данные, приведенные в табл. 29, подтверждают это положение.

Автомобили класса до 750 см^3 и более «младших» классов часто строят с использованием двигателей, применяемых на спортивных и гоночных мотоциклах, дающих достаточно высокую мощность. Небольшие габариты этих двигателей позволяют улучшить внешнюю форму автомобиля, что вместе с небольшим их весом способствует получению хороших динамических качеств автомобилей «младших» классов.

На рис. 126 представлен график рабочего баланса

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Таблица 29

Расчетные данные к рабочему балансу автомобиля класса до 1100 см^3 с закрытыми и открытыми колесами

v, км/час	Автомобиль с закрытыми колесами			Автомобиль с открытыми колесами		
	N_f	N_w	$N_f+N_w=N_s$	N_f	N_w	$N_f+N_w=N_s$
50	1,67	0,71	2,38	1,53	0,80	2,33
70	2,34	1,96	4,30	2,14	2,20	4,34
100	3,34	5,71	9,05	3,06	6,42	9,48
120	4,00	9,85	13,85	3,66	11,10	14,76
150	5,00	19,30	24,30	4,58	21,70	26,28
160	6,05	23,42	29,47	5,54	26,35	31,89
170	7,18	28,03	35,21	6,59	31,60	38,19
180	8,80	33,30	42,10	8,07	37,48	45,55

автомобиля класса до 750 см^3 для двигателя без нагнетателя и с нагнетателем. Внешняя форма автомобиля преду-

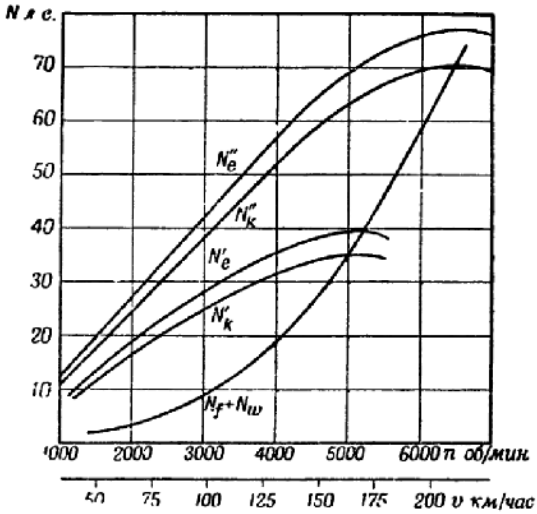


Рис. 126. График рабочего баланса автомобиля класса до 750 см^3:
N'_e и N'_k — для двигателя без нагнетателя, N''_e и N''_k — для двигателя с нагнетателем

сматривает применение кузова с отдельными обтекателями над колесами, в соответствии с чем выбрана лобовая площадь F = 1,0 м^2 и коэффициент сопротивления воз-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

духа K = 0,022. Полный вес автомобиля с водителем составляет 500 кг.

В табл. 30 приведены расчетные данные для построения графика рабочего баланса автомобиля класса до 750 см^3. Максимальная скорость автомобиля достигает 205 км/час при установке на двигатель нагнетателя.

Таблица 30

Расчетные данные к рабочему балансу автомобиля класса до 750 см^3

v, км/час	N_f	N_w	N_f+N_w
50	1,39	0,41	1,52
70	1,94	2,21	4,15
100	2,78	6,42	9,15
120	3,33	11,10	14,43
150	4,16	21,68	25,84
160	5,04	26,32	31 36
170	5,98	31,60	37,58
180	7,33	37,50	44,83
190	8,44	44,10	52,54
200	10,36	51,40	61,76
210	12,07	59,50	71,57

При построении рабочих балансов дорожно-гоночных автомобилей было выявлено влияние веса и формы кузова на величины максимальной скорости автомобиля. Не менее важное влияние оказывают эти факторы и на приемистость автомобиля.

Приемистость автомобиля характеризуют два показателя: время и путь разгона. Эти показатели имеют важное значение как для начального момента разгона автомобиля от ноля до максимальной скорости, так и для отдельных интервалов скорости, например в тех случаях, когда водителю приходится снижать скорость перед поворотом и вновь набирать ее после выхода из поворота.

Помимо указанных ранее факторов, влияющих на динамические качества автомобиля, путь и время разгона зависят от передаточных чисел в коробке передач.

У большинства автомобилей зависимость между передаточными числами берется близкой к геометрической прогрессии. При четырехступенчатой коробке принимают

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{i_2}{i_3} = \frac{i_3}{i_4}.$$

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Наибольшее значение для быстрого разгона имеет выбор соотношения между передаточными числами второй и третьей передач.

Четвертая передача в большинстве случаев имеет передаточное число $i_4 = 1$. В этом случае соотношение между передаточными числами второй и третьей передач будет:

$$\frac{i_2}{i_3} = \frac{i_3}{i_4}$$

или

$$\frac{i_2}{{i_3}^2} = 1$$

В действительности у большинства автомобилей это соотношение имеет некоторое отклонение как в сторону больше единицы, так и в сторону меньше единицы. У скоростных автомобилей большей частью это соотношение берется в сторону, меньшую единицы, т. е.:

$$\frac{i_2}{{i_3}^2} < 1$$

Такое соотношение в большей степени соответствует автомобилю со значительным запасом мощности и обеспечивает ему быстрый разгон.

Увеличение числа ступеней в коробке передач ускоряет разгон автомобиля, однако по конструктивным соображениям коробки передач не делают более чем пятиступенчатыми.

Трехступенчатые коробки наименее рациональны с точки зрения разгона автомобиля. Поэтому следует в дорожно-гоночных автомобилях применять четырехступенчатые коробки передач.

На малолитражных гоночных автомобилях применяют обычно коробки передач мотоциклетного типа, как правило, четырехступенчатые. В этих коробках можно, в случае необходимости, сравнительно легко производить изменение передаточных чисел, заменяя шестерни (более простые в изготовлении, чем шестерни автомобильных коробок передач).

Первая передача в гоночном автомобиле используется только для трогания с места и должна обеспечивать быстрый рывок автомобиля вперед с места старта.

Величину передаточного числа первой передачи выбирают, исходя из условий, связанных с буксованием ведущих колес. Буксование колес наступает, когда сцепной вес

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

$G_{сц}$ т. е. вес, приходящийся на ведущие (задние) колеса, умноженный на коэффициент сцепления φ, будет меньше максимального тягового усилия $P_{k\,max}$ на ведущих колесах:

$$G_{\text{сц}} \cdot \varphi < P_{k\,max}$$

Чем больше передаточное отношение первой передачи i_1, тем выше величина максимального тягового усилия.

В некоторых случаях тяговое усилие на первой передаче превышает силу сцепления, и тогда автомобиль трогается с места с пробуксовкой ведущих колес. Это явление можно наблюдать на многих скоростных соревнованиях при взятии старта с места. Небольшое превышение максимального тягового усилия над силой тяги по сцеплению (порядка 5%), дающее не слишком сильное буксование колес при трогании с места, является допустимым, так как при этом происходит более быстрое «раскручивание» колес, и автомобиль делает более резкий рывок с места.

Для быстроты разгона огромное значение имеет техника переключения передач. Процесс разгона автомобиля на различных передачах заключается в том, что сначала увеличивают обороты коленчатого вала двигателя при включенной первой передаче до достижения максимальной мощности двигателя, после чего переходят на вторую передачу.

Во время перехода с одной передачи на другую обороты коленчатого вала двигателя снижаются, а скорость автомобиля за время переключения несколько падает, поэтому разгон на второй передаче начинают с того числа оборотов, до которого оно упало за время переключения. То же самое повторяют при переходе на третью передачу.

Быстрый разгон будет происходить, когда средняя мощность двигателя за время движения на всех промежуточных передачах будет наибольшей. Это возможно, если обороты, с которых начинается разгон, на каждой передаче соответствуют наибольшей мощности.

Для быстроты разгона желательно начинать его на всех передачах с одного и того же числа оборотов, соответствующих достаточно высокому значению мощности. При этом возрастет средняя мощность двигателя за все время разгона.

Для осуществления быстрого разгона водитель должен следить за числом оборотов коленчатого вала двигателя

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

по тахометру, не производя переключения на следующую передачу до того момента, пока двигатель не разовьет оборотов, соответствующих максимальной мощности.

Динамика рекордно-гоночных автомобилей

Требования в отношении динамических качеств рекордно-гоночных автомобилей будут различными в зависимости от класса автомобилей и вида рекордов, для установления которых они предназначены.

По динамическим качествам рекордно-гоночные автомобили разделяются на три группы:

1. Автомобили класса «А» (свыше 8000 $см^3$), предназначенные для установления абсолютного мирового рекорда скорости на коротких дистанциях со стартом с хода.

2. Автомобили «средних» и «младших» классов, предназначенные для побития рекордов на короткие дистанции со стартом с хода и на средние дистанции со стартом с места.

3. Автомобили всех классов, предназначенные для побития рекордов на короткую дистанцию 1 км со стартом с места.

Автомобили, строящиеся специально для установления абсолютного мирового рекорда скорости, по своей конструкции все больше и больше отклоняются от направления развития обычных автомобилей. Построенные за границей за последние 15—20 лет модели автомобилей, предназначенные для установления мирового абсолютного рекорда скорости, ничем не напоминают обычные автомобильные конструкции.

Для повышения мощности на этих автомобилях устанавливают авиационные двигатели с рабочим объемом по 25—30 л, иногда по два авиационных двигателя общей мощностью до 5000 л. с.

Основное внимание в таких автомобилях обращают на улучшение аэродинамической формы кузова, которому стараются придать вид тела, обладающего наилучшей обтекаемостью. Над поверхностью кузова лишь немного выступают обтекатели над колесами и колпак, закрывающий кабину водителя, расположенную в самой передней части автомобиля.

Вследствие большого веса таких автомобилей (3000—5000 кг) уменьшают потери на сопротивление качению применением шин с очень высоким внутренним давлением (7,5—8,5 $кг/см^2$).

Ввиду специфической внешней формы, больших габаритов и высокой скорости автомобили, принимавшие участие в установлении последних мировых рекордов, получили название «болидов»*, что еще больше подчеркивает их отступление от обычных автомобильных конструкций.

Особенностью автомобилей «болидов» является то, что вследствие большого веса при высоких скоростях движения потери на сопротивление качению превышают у них потери на сопротивление воздуха.

Так, например, при весе в 3000 кг и хорошей обтекаемости автомобиля силы сопротивления качению и сопротивление воздуха выраз-

* Что означает астральное тело — метеорит.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

ниваются при величине скорости около 400 км/час; при величине скорости выше указанной сила сопротивления качению растет быстрее.

Для более полного использования сцепного веса применяют привод на передние и задние колеса от отдельных двигателей.

С точки зрения развития конструкции всех других скоростных автомобилей некоторый интерес представляет изучение возможности создания наиболее совершенного по форме кузова на примере автомобилей «болидов», а также опыт работы по созданию специальных шин, которые должны обладать особо высокой стойкостью.

Автомобили «болиды» могут принимать участие только в рекордных заездах на короткие дистанции со стартом с хода. Даже и на этой короткой дистанции износ шин настолько значителен, что для

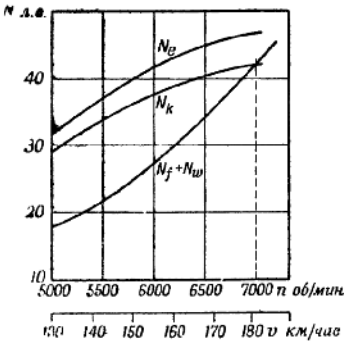


Рис. 127. Примерный график рабочего баланса рекордно-гоночного автомобиля типа «Харьков Л-250»

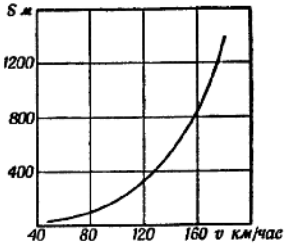


Рис. 128. Примерный график пути разгона рекордно-гоночного автомобиля класса до 250 см^3

заезда в обратном направлении производится замена всех колес автомобиля.

Максимальная скорость, достигнутая в рекордных заездах на 1 км с хода, составляет в настоящее время около 640 км/час.

Динамические качества автомобилей «средних» и «младших» классов, предназначенных для установления рекордов на короткие и средние дистанции, должны удовлетворять условиям получения высокой максимальной скорости. Эти автомобили должны производить быстрый разгон, чтобы быстро набрать скорость после старта с места (для всех дистанций, начиная от 50 км).

Двигатели автомобилей этого типа, снабженные нагнетателями, обладают наиболее высокой литровой мощностью. Для самых коротких дистанций (таких, как 1 км с хода) они подвергаются дополнительной форсировке (например, путем увеличения давления наддува). В этом случае они работают на предельном режиме, который могут выдержать всего лишь в течение нескольких десятков секунд, необходимых для разгона и прохождения зачетной дистанции.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Основной способ улучшения динамических качеств заключается в выборе наиболее совершенной формы кузова в пределах, допускаемых габаритами автомобиля.

При постройке кузова рекордно-гоночного автомобиля проводят длительные экспериментальные исследования, изготавливая модели и производя их продувку в аэродинамической трубе.

В пределах максимальных скоростей 300—400 км/час, которых достигают рекордно-гоночные автомобили «средних» классов (при их сравнительно небольшом весе 1000—1100 кг), затраты мощности на преодоление сопротивления воздуха всегда преобладают над затратами на сопротивление качению.

В табл. 3 приведены основные параметры рекордно-гоночных автомобилей различных классов. Некоторое улучшение обтекаемости автомобилей «младших» классов объясняется тем, что они имеют меньшие габариты двигателя, легко вписывающегося в кузов наиболее рациональной формы. При небольших размерах двигателя, располагаемого в задней части автомобиля, можно свободно обеспечить сужение задней колеи по сравнению с передней, что позволяет получить совершенную, с точки зрения обтекаемости, форму кузова.

На рис. 127 приведен график рабочего баланса рекордно-гоночного автомобиля класса до 250 см^3. Небольшой вес и правильно подобранные передаточные числа в коробке передач обеспечивают возможность получения быстрого разгона для автомобилей этого типа.

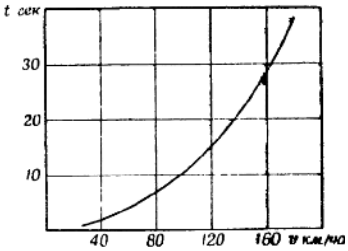


Рис. 129. Примерный график времени разгона рекордно-гоночного автомобиля класса до 250 см^3

На рис. 128 представлен график пути разгона этого автомобиля, а на рис. 129 — график времени разгона.

Максимальной скорости автомобиль достигает на участке пути длиной около 1400 м за период времени в 38 сек.

Динамические качества автомобилей различных классов характеризуются графиком рабочих балансов, представленным на рис. 130.

Ввиду того, что основные параметры рекордно-гоночных автомобилей класса до 350 и 500 см^3 часто бывают одинаковы, на этом графике дана общая кривая суммарных сопротивлений для автомобилей указанных двух классов.

Автомобили, предназначенные для установления рекордов на 1 км с места, должны обладать исключительно высокой приемистостью.

Как следует из приведенных выше графиков времени и пути разгона, гоночные автомобили не успевают достичь максимальной скорости на дистанции 1 км. Поэтому зачетную дистанцию автомобиль проходит со средней скоростью, значительно более низкой, чем максимальная. Дистанцию 1 км с места рекордно-гоночный автомобиль проходит, не успев завершить полного разгона.

Так как всю зачетную дистанцию автомобиль проходит в период

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

разгона, основным видом затрат мощности будут затраты на преодоление инерции автомобиля.

Сила, противодействующая разгону автомобиля, в основном зависит от инерции поступательного движения и имеет следующее выражение:

$$P_j = m \cdot j,$$

где P — сила инерции,
m — масса автомобиля,
j — ускорение автомобиля, м/сек^2.

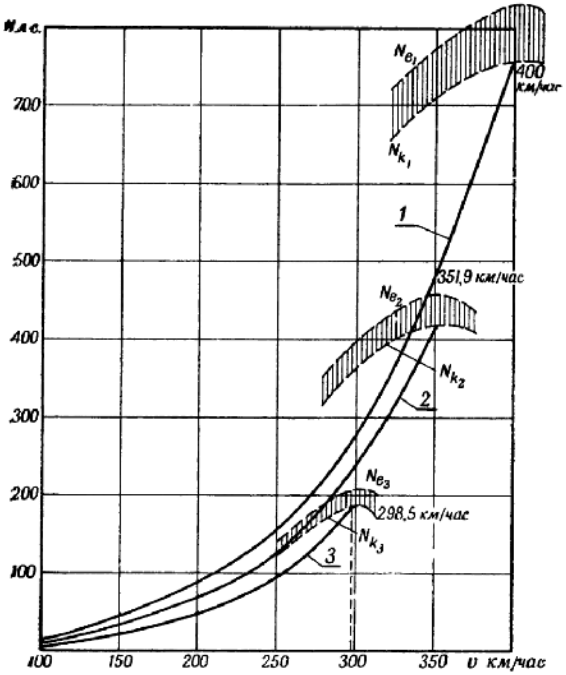


Рис. 130. График рабочих балансов рекордно-гоночных автомобилей различных классов:

1 — кривая суммарных сопротивлений для автомобилей класса до 5000 см^3, *2* — то же, для класса до 2000 см^3, *3* — то же, для классов до 350 и 500 см^3

Масса автомобиля m равна полному весу автомобиля G, деленному на ускорение силы тяжести g = 9,81 м/сек^2, т. е.

$$m = \frac{G}{g}.$$

Необходимо также учитывать при разгоне инерцию вращающихся масс (в основном маховика и колес), для чего вводится коэффициент

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

влияния вращающихся масс δ. При этом выражение для сил инерции принимает следующий вид:

$$P_j = mj \cdot \delta.$$

Для серийных автомобилей коэффициент $\delta=1+0{,}06i_k^2$, а для гоночных автомобилей $\delta=1+0{,}04i_k^2$, где i_k — передаточное число коробки передач.

Мощность, затрачиваемая на преодоление инерции автомобиля,

$$N_j = \frac{P_j v}{75} = \frac{G \cdot j \cdot v\delta}{g \cdot 75 \cdot 3{,}6} = \frac{G \cdot j \cdot v\delta}{2650} \text{ л.с.},$$

где v — скорость автомобиля, км/час, j — ускорение, м/сек^2, соответствующее данной скорости.

Как видно из этого выражения, затраты мощности на разгон будут непроизводительно расти с увеличением веса автомобиля.

Поэтому необходимо уменьшить вес автомобиля: все лишнее оборудование снимается с автомобиля, оставляется запас топлива, необходимый только для данного рекордного заезда (т. е. прохождения дистанции в ту и другую стороны).

Чем больше ускорение, получаемое автомобилем, тем быстрее происходит разгон. Величина ускорения зависит от величины тягового усилия, приложенного к ведущим колесам автомобиля; тяговое усилие за вычетом затрат на преодоление сопротивлений воздуха и качению расходуется на преодоление инерции автомобиля.

По мере перехода на повышенные передачи скорость автомобиля v растет, а величина среднего ускорения уменьшается.

В табл. 31 приведены величины средних ускорений на различных передачах некоторых рекордно-гоночных автомобилей, установивших рекорды скорости на 1 км со стартом с места в своих классах.

Таблица 31

Средние ускорения на различных передачах в коробке передач рекордно-гоночных автомобилей

Класс автомобиля	Среднее ускорение автомобиля на передачах в коробке передач, м/сек^2			
	I	II	III	IV
до 350 см^3.....	2,8—3,0	2,0—2,4	1,2—1,5	0,6—0.8
до 750 см^3.....	3,5—3,8	2,7—3,2	2,0—2,4	1,4—1,1
до 1100 см^3.....	4,2—4,5	3,5—3,8	2,6—2,9	1,7—2,0

Более высокие ускорения у автомобилей «старших» классов объясняются большей мощностью их двигателей, а следовательно, и большим тяговым усилием на ведущих колесах.

Пределом максимального тягового усилия на первой передаче служит нарушение сцепления колес с дорогой и появление буксования.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

При движении автомобиля происходит перераспределение веса автомобиля на колеса передней и задней осей, в результате чего задние колеса имеют большую нагрузку. Коэффициент динамического перераспределения нагрузки для задних колес γ_2 = 1,15. При этом сцепной вес можно брать несколько большим, увеличив на 15% нагрузку на задние колеса по сравнению с распределением веса в статическом состоянии.

Для использования максимального сцепного веса стремятся к наибольшей загрузке задней оси автомобиля, по возможности располагая возле нее топливный и масляный баки и т. п.

Сопротивление воздуха и сопротивление качению при установлении рекордов на 1 км с места имеют второстепенное значение. Для автомобилей «младших» классов силы, затрачиваемые на эти виды сопротивлений, при скорости, которой они достигают в конце мерного километра, составляют не более 15% в общем тяговом балансе автомобиля.

Ввиду этого на обтекаемость автомобилей этого типа не обращается большого внимания. В большинстве случаев рекорды на 1 км с места устанавливаются на автомобилях с наиболее легкими кузовами без обтекателей над колесами.

УПРАВЛЯЕМОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ СКОРОСТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

При изучении движения автомобилей наиболее сложными вопросами являются управляемость и устойчивость. Для скоростных автомобилей эти вопросы имеют первостепенное значение, так как они связаны с безопасностью движения, на что с увеличением скорости должно быть обращено особенно большое внимание.

Устойчивость автомобиля определяется его способностью противостоять боковому заносу и опрокидыванию.

Под управляемостью автомобиля понимается его способность сохранять заданное направление движения (что иногда называют держанием дороги), а при движении на повороте — точно следовать повороту управляемых колес.

Оба эти качества связаны между собой, так как плохая управляемость автомобиля приводит к потере устойчивости и заносу автомобиля. Совместное рассмотрение этих вопросов дает возможность выявить влияние основных конструктивных факторов как в том, так и в другом отношении.

Ниже будут рассмотрены основные условия управляемости и устойчивости автомобиля и факторы, от которых, они зависят, а также указаны способы повышения устойчивости и улучшения управляемости скоростных автомобилей.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Для того, чтобы выявить влияние отдельных факторов на управляемость и устойчивость автомобиля, необходимо рассмотреть отдельно движение автомобиля по прямой и движение на повороте.

При движении по прямой должна быть обеспечена хорошая управляемость, заключающаяся в том, что автомобиль должен сохранять заданное направление, не вызывая у водителя необходимости постоянно выправлять его. В тех случаях, когда колебания одного из колес передаются через органы подвески, рулевого управления и даже раму другому колесу, может наступить явление резонанса, что приводит к колебаниям всего передка автомобиля и вилянию передних колес. Такое виляние колес, нарушив управляемость автомобиля, может привести к потере устойчивости.

При движении на повороте наибольшее значение приобретает устойчивость автомобиля против заноса и опрокидывания под действием центробежной силы.

При переходе автомобиля к прямолинейному движению после завершения поворота большое значение для управляемости имеет способность автомобиля к быстрому выпрямлению, или так называемая стабилизация. Эта способность автомобиля также зависит от ряда конструктивных факторов.

Конструктивные факторы, влияющие на управляемость автомобиля

Жесткость рамы. Рама должна обладать жесткостью в горизонтальной и вертикальной плоскости. Для скоростных автомобилей наибольшее значение имеет жесткость в горизонтальной плоскости (по сравнению с автомобилями других видов), недостаток этой жесткости может привести к продольному смещению одного лонжерона по отношению к другому, что вызовет ухудшение управляемости. Это явление может произойти при торможении автомобиля с большой скорости, когда вследствие неодинаковой затяжки тормозов правой и левой сторон может появиться сила, стремящаяся сдвинуть один лонжерон по отношению к другому.

Чтобы противостоять скручиванию, рама должна обладать достаточной жесткостью также и в вертикальной плоскости.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Для обеспечения большой жесткости в горизонтальной плоскости рама должна иметь простую треугольную форму. Однако такая форма рамы не получила широкого распространения, так как на ней очень трудно размещать агрегаты силовой передачи. В некоторых случаях для обеспечения жесткости раме придают форму трапеции; большей же частью сохраняют форму рамы прямоугольной и добиваются наибольшей жесткости применением поперечных балок-траверс.

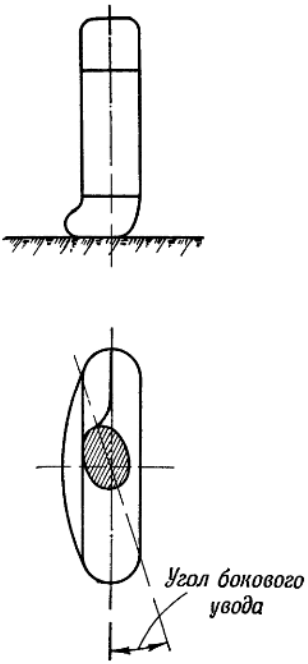


Рис. 131. Деформация шины под действием боковой силы

Жесткость рамы в вертикальной плоскости обеспечивается выбором соответствующих размеров и профиля лонжеронов. Значительное повышение жесткости дают к-образные и х-образные поперечные балки.

Эластичность шин. Особенностью шин является то, что, помимо деформации в радиальном направлении, они имеют под действием боковой силы (например, та повороте) некоторую деформацию в боковом направлении, так называемый боковой увод. В этом случае колесо катится не в своей плоскости, а под некоторым углом к ней, называемым углом бокового увода (рис. 131). Как показали исследования академика Е. А. Чудакова*, боковой увод колес оказывает большое влияние на устойчивость автомобиля.

Благодаря наличию бокового увода колес появляется стабилизирующий момент шины, стремящийся вернуть колесо в его плоскость качения, т. е. выравнять колесо в новом заданном им направлении, полученном в результате поворота.

* Чудаков Е. А., акад. Влияние боковой эластичности колес на движение автомобилей, АН СССР, 1947.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Значительный боковой увод шин затрудняет управление и нарушает точность работы рулевого механизма. Поэтому для шин скоростных автомобилей боковая эластичность должна быть уменьшена по сравнению с боковой эластичностью шин обычных легковых автомобилей.

Величина боковой эластичности зависит от конструкции шин, ширины профиля шины и внутреннего давления в ней. Повышение внутреннего давления и увеличение жесткости боковин покрышек уменьшают боковую эластичность шин.

Радиальная эластичность шин влияет на управляемость обычно при больших скоростях движения, когда инерция неподрессоренных масс имеет большое значение. При этом от деформации шин и быстрого изменения этих деформаций могут возникать периодические колебания, которые в случае недостаточной чувствительности подвески передаются всем агрегатам автомобиля.

В том случае, когда внутреннее давление повышается относительно немного, шины скоростных автомобилей сохраняют большую чувствительность к неровностям дороги, чем рессорная подвеска, в особенности при наезде на небольшие неровности, которые встречаются на дорогах с усовершенствованным покрытием.

Подвеска автомобиля. Для обеспечения хорошей управляемости автомобиля подвеска должна смягчать толчки и обеспечивать быстрое гашение вызываемых ими колебаний; кроме того, она должна сохранять постоянство ширины колеи как передних, так и задних колес в моменты подъемов и опускания при наезде на неровности дороги.

Уменьшение веса неподрессоренных частей позволяет уменьшить жесткость упругих элементов подвески (рессор, пружин или стержней) и получить мягкую подвеску, почти полностью поглощающую толчки, передаваемые колесами. При значительном увеличении внутреннего давления в шинах скоростных автомобилей толчки от небольших неровностей дороги неполностью поглощаются шинами, а передаются на подвеску, которая должна обеспечить мягкость хода.

Неправильный выбор упругих элементов подвески часто способствует появлению боковых и продольных колебаний, вызывающих соответственно боковую и продольную качки и этим ухудшающих устойчивость автомобиля.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Для ослабления действия колебаний рессоры снабжаются амортизаторами, которые уменьшают амплитуду колебаний рессоры, не сокращая периода этих колебаний. Амортизаторы способствуют улучшению управляемости автомобиля, но они могут уменьшить степень свободы и повысить жесткость рессор. Устранение этих отрицательных последствий зависит от конструкции и регулировки амортизаторов, поэтому амортизаторы, подобранные соответственно параметрам свободных колебаний данной подвески, не должны намного увеличивать ее жесткости.

Описанные выше свойства подвески могут влиять главным образом на устойчивость в продольной плоскости, т. е. на уменьшение продольных колебаний. При рессорной подвеске каждая рессора подвергается скручиванию от боковых усилий, которые могут вызвать большие изменения в способности автомобиля держать дорогу.

Конструкция и способ крепления подвески влияют как на ее жесткость, так и на сохранение постоянства ширины колеи. При независимой подвеске постоянство ширины колеи наилучшим образом обеспечивается при качании колес в продольной плоскости. Сохранение постоянства ширины колеи необходимо для хорошей управляемости автомобиля. В случае изменения ширины колеи колеса скользят, перемещаясь в поперечном направлении, при этом часть силы сцепления оказывается использованной на это перемещение.

Использование сцепления колес в продольном направлении связано с использованием сцепления колес в поперечном направлении. Практически коэффициент сцепления колес с дорогой можно считать одинаковым в продольном и поперечном направлении. Таким образом, использование части силы сцепления на перемещение колес в поперечном направлении уменьшает сцепление колес в продольном направлении. Для ведущих колес автомобиля это уменьшение сцепления колес с дорого в продольном направлении приводит к пробуксовке и скольжению колес, вследствие чего может наступить занос автомобиля. В случае скольжения управляемых (передних) колес становится невозможным повернуть автомобиль и он будет скользить в прежнем направлении с повернутыми колесами; управляемость автомобиля при этом, конечно, теряется. Кроме того, при колебаниях подвески может возникать гироскопический момент, дей-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

ствующий в горизонтальной плоскости. Этот момент стремится повернуть колесо, что также ухудшает управляемость.

Оба указанных явления, происходящих при изменении ширины колеи, ухудшают управляемость и устойчивость автомобиля.

Механизмы управления и передние колеса. Как указывалось, для обеспечения хорошей управляемости рулевое управление скоростных автомобилей должно иметь относительно небольшое передаточное число и обладать обратимостью. Кроме того, система тяг рулевого привода не должна передавать колебания от одного колеса к другому во избежание возможного резонанса колебаний и появления виляния передних колес.

Легкость управления и стабилизация передних колес в значительной мере зависят от углов установки передних колес.

Углы развала и схода колес для скоростных автомобилей имеют такое же значение, как и для обычных легковых автомобилей.

Углы наклона шкворня назад (α) и вбок (β), определяющие стабилизацию управляемых колес, имеют для скоростных автомобилей весьма важное значение, и их величина отличается от величины соответствующих углов у современных серийных легковых автомобилей.

При наклоне шкворня назад его ось пересекается с дорогой в точке, лежащей впереди точки касания колеса с дорогой. В результате этого при движении автомобиля на повороте боковая реакция Y, возникающая от центробежной силы, приложенная в точке касания колеса с дорогой, образует стабилизирующий момент. Этот стабилизирующий момент M, равный Y_c (рис. 132*а*), стремится вернуть колесо в нейтральное положение.

Угол наклона шкворня вбок β (см. рис. 132*б*) также способствует стабилизации, так как благодаря этому наклону при поворачивании колес из нейтрального положения происходит подъем передней части автомобиля. В результате затраты работы на подъем передней части автомобиля накапливается некоторое количество энергии, использование которой способствует стабилизации колес.

У большинства современных легковых автомобилей углы наклонов шкворня назад и вбок имеют сравнительно небольшое значение. У автомобиля М-20 допускают даже

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

отрицательный угол наклона шкворня назад; величина угла колеблется в пределах ±0,5°. У легковых автомобилей применяют небольшие углы наклона шкворней вследствие установки шин низкого давления, имеющих большую боковую эластичность; стабилизация управляемых колес при этом в основном происходит за счет бокового увода шин.

Для скоростных автомобилей, имеющих шины высокого давления, стабилизация управляемых колес должна обеспечиваться соответствующими углами их установки.

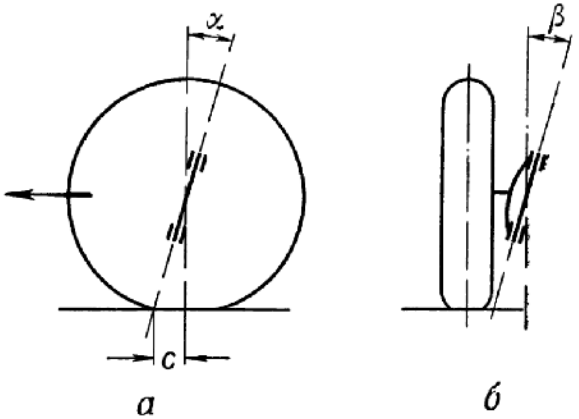


Рис. 132. Углы установки передних колес

Вследствие этого большинство гоночных автомобилей имеет относительно большую величину углов наклона шкворня назад и вбок. У большинства современных гоночных автомобилей угол наклона шкворня назад составляет 2—3°, а угол наклона шкворня вбок 7—9°.

Углы установки колес должны сохраняться во время работы автомобиля, так как от этого зависит стабилизация управляемых колес во время движения.

Нарушения в установке колес вследствие случайных толчков и ударов способствуют появлению вредных колебательных движений (виляние).

Причина виляния заключается в конструктивных особенностях передней части автомобиля. Многие наблюдения показывают, что, помимо чисто конструктивных факторов, виляние вызывается также неравномерностью накачки шин, низким давлением в них и неуравновешенностью колес.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Колесо автомобиля может быть уравновешено статически и динамически. Статически уравновешенное колесо находится в безразличном равновесии по отношению к своей оси вращения, и это равновесие не зависит от распределения веса относительно средней плоскости вращения колеса. Динамически уравновешенное колесо, наоборот, характеризуется тем, что центр тяжести его лежит в средней плоскости вращения. Для скоростных автомобилей особенно важно, чтобы все колеса были динамически сбалансированы. Поэтому противовесы, устанавливаемые при уравновешивании колес, должны иметь симметричное расположение относительно средней плоскости вращения колеса.

Основные условия устойчивости автомобиля против бокового заноса и опрокидывания при движении на повороте

Центробежная сила, действующая на автомобиль при движении его на повороте, может вызвать боковой занос или опрокидывание автомобиля. Заносу автомобиля про-

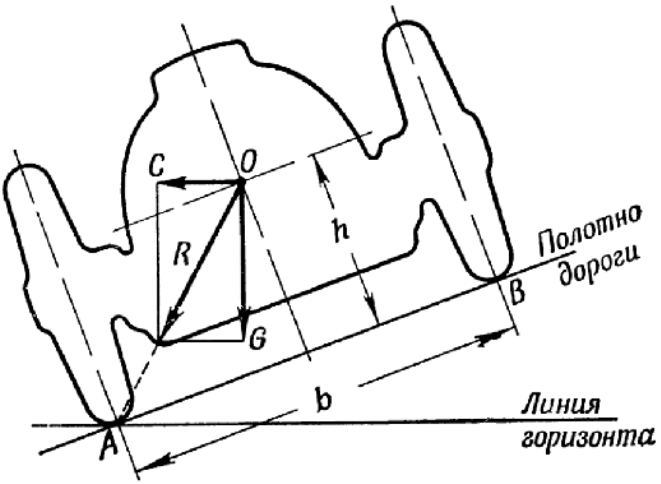


Рис. 133. Устойчивость автомобиля при повороте на дороге с обратным поперечным уклоном

тиводействует сила бокового сцепления колес с дорогой, а опрокидыванию — момент от веса автомобиля.

На рис. 133 представлена схема движения автомобиля

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

при повороте на дороге с уклоном, направленным наружу от центра поворота (наименее благоприятный случай).

Обозначив центробежную силу через C, приложим ее к центру тяжести автомобиля; принимаем вес автомобиля равным G и направим его из этой же точки вертикально вниз. Опрокидывание автомобиля может наступить лишь в том случае, когда точка пересечения равнодействующей этих двух сил R с землей выйдет за пределы ширины автомобиля AB. Противодействие боковому заносу определяется силой сопротивления, равной G φ_1 , где φ_1 — коэффициент бокового сцепления колеса с дорогой (практически равный φ — коэффициенту продольного сцепления).

Для обеспечения хорошей устойчивости $\frac{b}{2h}$>1, где b — колея, h — высота центра тяжести. Боковой занос возможен, когда $C \geq G \cdot \varphi_1$

Боковое скольжение наступает раньше опрокидывания, поэтому при потере устойчивости обычно начинается боковой занос, который может в некоторых случаях привести к опрокидыванию.

Потеря устойчивости автомобиля происходит обычно при заносе задней оси, так как центробежная сила, вызывающая занос этой оси, усиливает его при начавшемся скольжении колес.

Кроме высоты центра тяжести, на устойчивость автомобиля влияет также его положение по отношению к передней и задней осям и относительно продольной оси симметрии автомобиля.

Положение центра тяжести по длине автомобиля зависит от распределения масс и связано с нагрузкой, приходящейся на каждую ось. Распределение веса по осям решается конструкторами различно в зависимости от типа скоростных автомобилей. Во время ускорения передние колеса автомобиля несколько разгружаются благодаря действию инерционной силы, приложенной к центру тяжести, причем это явление возрастает с приближением центра тяжести к задним колесам. Перемещение центра тяжести ближе к передней оси улучшает управляемость автомобиля, но устойчивость его против бокового заноса при этом уменьшается, особенно при движении по скользкой дороге.

Ухудшение устойчивости связано с уменьшением на-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

грузки на заднюю ось, что уменьшает силу сцепления ведущих колес с дорогой.

Распределение нагрузки по осям связано с расстоянием между ними, т. е. длиной базы автомобиля, которая оказывает значительное влияние на маневренность и устойчивость автомобиля. Автомобиль с небольшой базой имеет лучшую управляемость при прочих равных условиях. Но обычно автомобили, имеющие большую базу, лучше уравновешиваются и обладают лучшей подвеской. Поэтому они не уступают в управляемости короткобазным автомобилям.

Большая работа по повышению устойчивости автомобиля типа «Харьков» была проделана мастером спорта В. К. Никитиным. Первая модель автомобиля этого типа «Харьков-1» имела плохую устойчивость и управляемость. Вследствие больших свесов, недостаточной жесткости рамы и подвески происходили значительные продольные колебания автомобиля.

Уменьшение свесов, повышение жесткости рамы, установка более коротких и жестких рессор, тщательный подбор наивыгоднейшей регулировки амортизаторов обеспечили для последующих моделей значительное уменьшение продольных колебаний и повышение устойчивости. На автомобилях «Харьков-3» и «Харьков-6» под управлением В. К. Никитина была получена высокая скорость на участках пути с отдельными неровностями покрытия, при этом устойчивость автомобилей оказалась вполне надежной, а управляемость хорошей.

Устойчивость автомобиля при торможении

В скоростных соревнованиях часто имеют место случаи торможения на большой скорости, при этом возникает наибольшая опасность появления заноса.

Для обеспечения устойчивости и управляемости должна быть произведена одинаковая регулировка тормозных колодок на обоих колесах одной оси. В противном случае на колесах при торможении создаются различные тормозные моменты, в результате чего автомобиль стремится к вращению вокруг наиболее заторможенного колеса. На рис. 134 представлена схема скольжения автомобиля при неравномерной затяжке передних тормозов, а на рис. 135 — задних тормозов.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Значительная опасность при торможении, наблюдающаяся и при правильно отрегулированных тормозах,

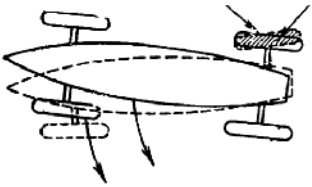


Рис. 134. Скольжение автомобиля, вызванное неравномерностью затяжки передних тормозов

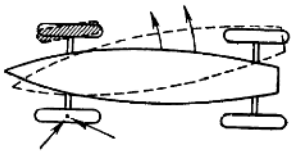


Рис. 135. Скольжение автомобиля, вызванное неравномерностью затяжки задних тормозов

состоит в боковом скольжении колес; причиной этого является то, что заторможенные колеса в значительной мере теряют сцепление с дорогой.

Влияние выбора типа ведущей оси на устойчивость автомобиля

Общепринятый способ помещения ведущей оси автомобиля сзади приводит к тому, что тяговое усилие являет-

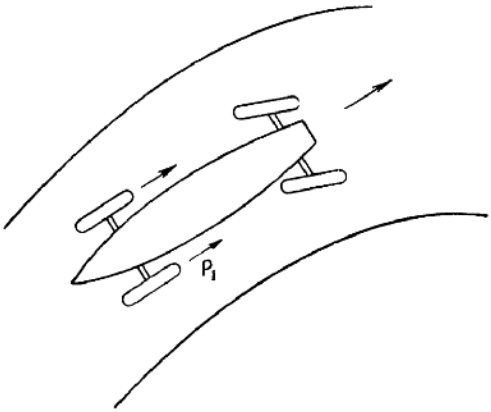


Рис. 136. Сила, появляющаяся при повороте автомобиля с задними ведущими колесами

ся толкающим, тогда как при передних ведущих колесах оно будет тянущим.

При движении по прямой линии, с точки зрения рас-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

сматриваемого вопроса, безразлично, будет ли тяговое усилие тянущим или толкающим, но при движении на повороте положение меняется, как видно из прилагаемых схем (рис. 136 и 137). Ввиду того, что автомобиль направляется передними колесами, от точки приложения тягового усилия зависит, будет ли оно направлено в каждый данный момент по касательной или секущей по отношению к траектории поворота передних колес. Таким образом, при передней ведущей оси тяговое усилие будет стремиться поддерживать автомобиль на траектории поворота, что и составляет главное преимущество этого вида передачи.

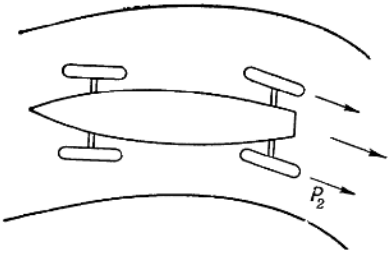


Рис. 137. Сила, появляющаяся при повороте автомобиля с передними ведущими колесами

Аэродинамическая устойчивость

При больших скоростях движения влияние формы кузова приобретает большое значение для устойчивости автомобиля. Неравномерное давление воздуха на различные части автомобиля, а также значительное воздействие бокового ветра вызывают необходимость обеспечить аэродинамическую устойчивость автомобиля.

В зависимости от формы передней части автомобиля и угла установки кузова по отношению к плоскости дороги сопротивление воздуха может создать усилия, стремящиеся приподнять переднюю часть автомобиля или, наоборот, прижать автомобиль к дороге. Отрыв передних колес от поверхности дороги значительно ухудшает управляемость и устойчивость автомобиля; сила подъема, передающаяся частично и на задние колеса, ухудшает их сцепление с дорогой и увеличивает возможность пробуксовки.

Поэтому у современных гоночных автомобилей стремятся создать такую форму кузова, которая обеспечила бы прижатие автомобиля к дороге под действием встречного воздушного потока. С этой целью кузов устанавливается обычно с некоторым наклоном передней части вниз

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

(отрицательный угол атаки). Кроме того, имеется тенденция к уменьшению высоты передней части кузова.

Эти мероприятия создают достаточное прижимающее усилие. При этом обтекатели колес резко выступают из очертаний кузова, создавая тем самым дополнительную боковую стабилизацию автомобиля.

При действии бокового ветра равнодействующая аэродинамических сил направлена под углом к продольной оси автомобиля. Эта сила может быть разложена на две составляющих, одна из которых, действуя перпендикулярно продольной оси автомобиля, будет стремиться сместить его в поперечном направлении.

Действию этой силы противостоят боковые реакции на колесах, которые при этом получают некоторый боковой увод. Если углы увода передних и задних колес неодинаковы (что обычно и имеет место), автомобиль получает некоторое смещение. Водитель может противодействовать этому смещению и сохранить заданное направление движения автомобиля, повернув руль на соответствующий угол. При боковом ветре, имеющем определенную силу и направление, водитель легко корректирует управление автомобилем.

Под действием бокового ветра автомобиль может оказаться аэродинамически не устойчивым и будет поворачиваться, стремясь занять положение, при котором продольная ось автомобиля совпадала бы с направлением воздушного потока. Если скорость поворачивания автомобиля будет относительно невелика, то водитель успеет реагировать на этот поворот и сможет выравнять автомобиль соответствующим поворотом руля.

Однако более серьезная опасность возникает при случайных порывах бокового ветра или же, что особенно часто бывает в спортивных соревнованиях, при выходе автомобиля с закрытого с боков участка дороги на открытую часть, подверженную действию сильного бокового ветра. В том случае, если скорость поворачивания будет велика, водитель может не успеть выравнять автомобиль, который, повернувшись на значительный угол, будет снесен с полотна дороги. Автомобильные гонки за границей показывают, что недоучет этого фактора может вызвать тяжелые катастрофы.

Чтобы в указанных выше условиях автомобиль обладал хорошей боковой устойчивостью, необходимо совме-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

стить метацентр* боковой поверхности примерно с серединой базы автомобиля**.

Метацентр не остается постоянным, а изменяет свое положение в зависимости от угла, под которым направлен боковой ветер. Это изменение положения метацентра относительно невелико, и его трудно учесть для различных углов, под которыми направлен боковой ветер, вследствие чего для сохранения хорошей устойчивости принимают указанное выше условие, считая, что боковой ветер действует под прямым углом к направлению движения автомобиля.

Для того, чтобы метацентр находился вблизи середины базы, необходимо, чтобы площадь боковой поверхности равномерно распределялась относительно этой точки.

Так как у гоночного автомобиля передняя часть имеет большую боковую поверхность, то для уравновешивания бокового аэродинамического давления в задней части автомобиля иногда устраивают кили, имеющие значительную площадь. Такой киль виден у автомобиля «Шахтер» (рис. 108). Киль выполняется как одно целое с кузовом. Он имеет каркас из дюралевых или легких стальных профилей и обшивку из алюминиевого листа, приклепываемую к каркасу.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СКОРОСТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В СССР

За последние годы в развитии советских скоростных автомобилей достигнут ряд крупных успехов: установлен ряд мировых рекордов в классах автомобилей до 250 и 350 $см^3$, создан ряд оригинальных моделей гоночных автомобилей различных классов, получены высокие скоростные достижения на серийных легковых автомобилях, приспособленных к спортивным соревнованиям. Дальнейшее развитие советского автомобильного спорта требует создания новых типов спортивных и гоночных автомоби-

* Метацентр — точка пересечения равнодействующей аэродинамических сил с продольной осью автомобиля.

** Точнее, метацентр должен совпадать с центром боковых реакций. Центром боковых реакций является точка, расстояния которой от передней и задней осей обратно пропорциональны коэффициентам сопротивления уводу этих осей. Обычно она лежит посередине базы автомобиля.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

лей, отвечающих требованиям проведения массовых соревнований. Наиболее просто может быть решена задача создания малолитражных спортивных и гоночных автомобилей.

В последние годы имеется тенденция непрерывного снижения рабочего объема двигателей и применения для скоростных автомобилей малолитражных двигателей мотоциклетного типа.

Для создания массового спортивного и гоночного автомобилей облегченной конструкции возможность применения двигателей мотоциклетного типа открывает особенно большие перспективы. Поэтому при постройке спортивных и гоночных автомобилей можно ориентироваться не только на заводы автомобильной, но и мотоциклетной промышленности. В настоящее время у нас выпущен и находится в процессе изготовления ряд новых мотоциклетных гоночных двигателей.

Дальнейшее усовершенствование двигателей гоночных мотоциклов и повышение числа оборотов до 7000—7500 об/мин могут дать увеличение их литровой мощности до 160 л. с./л.

Имеется ряд серьезных достижений и в области постройки мотоциклетных двигателей без нагнетателей.

Двигатель без нагнетателя с рабочим объемом 500 $см^3$ может развивать мощность до 40 л. с., т. е. литровая его мощность может быть доведена до 80 л. с.

Использование мотоциклетных двигателей может привести к созданию двух типов автомобилей:

1) спортивного, с двигателем без наддува, мощностью 35—40 л. с.;

2) гоночного, имеющего двигатель с наддувом, мощностью 75—80 л. с.

Спортивный автомобиль имеет двухместный открытый кузов и предназначен для участия в шоссейных соревнованиях.

Применение двигателя и коробки передач мотоциклетного типа позволяет упростить конструкцию силового агрегата и расположить его в задней части спортивного автомобиля, сохранив привод на задние колеса.

Конструкция рамы из тонкостенных стальных труб и кузова, имеющего каркас из профилированного дюраля, покрытого тонким алюминиевым листом, допускает значительное снижение веса. При открытом кузове, без обте-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

кателей колес сухой вес такого автомобиля должен составить не более 300 кг, а с учетом веса водителя, топлива, масла и воды — 400 кг.

Площадь лобового сопротивления должна составлять F=1,1м^2. Приняв все меры по улучшению обтекаемости, можно допустить коэффициент сопротивления воздуха K = 0,017, тогда фактор KF = 0,017·1,1 = 0,0187, т. е. равен величине, достаточно реальной для легкого спортивного автомобиля.

Приняв η_m = 0,9, давление воздуха в шинах p = 3—3,25 кг/см^2 и коэффициент сопротивления дороги, остающийся постоянным для данного невысокого диапазона скоростей f = 0,015, можно составить примерный рабочий баланс такого автомобиля, подобрав наиболее рациональное передаточное число главной передачи.

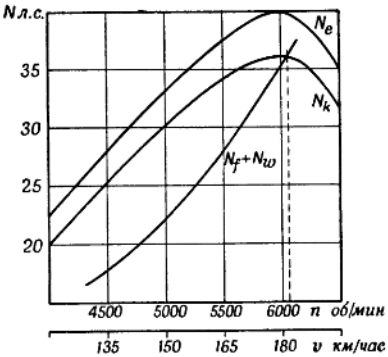


Рис. 138. Рабочий баланс малолитражного спортивного автомобиля

Согласно представленному на рис. 138 примерному рабочему балансу, такой автомобиль сможет достигнуть скорости около 180 км/час. Как показывает поверочный расчет целого ряда скоростных автомобилей, возможная ошибка расчета составляет до 10%. Таким образом, максимальная скорость спортивного автомобиля данного типа может составить не менее 162 км/час, что является вполне достаточным для первой стадии развития автомобилей этого класса.

Динамические качества автомобиля определяются также его приемистостью на различном диапазоне скоростей.

График пути и времени разгона для рассматриваемого спортивного автомобиля представлен на рис. 139. При этом предполагается, что автомобиль имеет коробку передач типа М-72 с теми же передаточными числами. Кривые показывают, что автомобиль данного типа будет обладать очень высокой приемистостью, что объясняется прежде всего его малым весом.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Итак, по своим динамическим качествам рассматриваемый автомобиль может на первое время вполне удовлетворить потребность нашего автомобильного спорта.

Использование готовых агрегатов и деталей позволит значительно удешевить стоимость производства спортивных автомобилей и не потребует дополнительной загрузки автомобильных заводов.

Отдельные недорогие в производстве агрегаты (например, независимая подвеска передних колес, различные

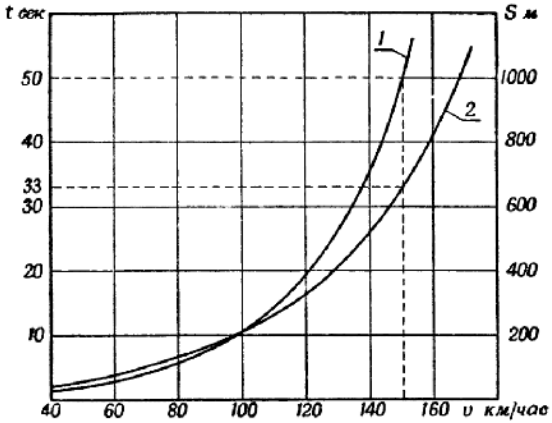


Рис. 139. График пути и времени разгона спортивного малолитражного автомобиля:
1 — кривая пути разгона, *2* — кривая времени разгона
Средняя скорость на 1 км со стартом с места — 109 км/час

типы подвесок задних колес и др.) могут быть изготовлены в различных вариантах и широко исследованы, что принесет значительную пользу автомобильной промышленности.

Гоночный автомобиль имеет одноместный кузов и предназначен для участия в гонках по усовершенствованным дорогам и автодромам. На этом автомобиле предполагается установка двигателя с нагнетателем мощностью 75—80 л. с. и рабочим объемом 500 см^3* с соответствующим выбором агрегатов силовой передачи.

Практика гоночного мотоциклостроения показывает,

* На шасси такого автомобиля может устанавливаться также двигатель с рабочим объемом до 500 см^3 без нагнетателя.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

что использование двигателя такой мощности на рекордных мотоциклах не вызывает значительного утяжеления силовой передачи. Широкое применение легких материалов позволит сохранить вес гоночного автомобиля в указанных выше пределах, т. е. полный вес — 400 кг, даже при более сложном кузове с закрытыми колесами.

Для намечаемого автомобиля коэффициент сопротивления воздуха можно принять равным K = 0,015—0,016. Площадь лобового сопротивления при небольших размерах колес должна составить не более $F \leq 1{,}0$ м^2. Внутреннее давление в шинах для легких гоночных автомобилей p = 3,5—4,0 кг/см^2.

На основе приведенных параметров (рис. 140) составлен примерный рабочий баланс такого гоночного автомобиля с учетом изменения коэффициента сопротивления дороги (в сторону увеличения) на скорости, превышающей 180 км/час.

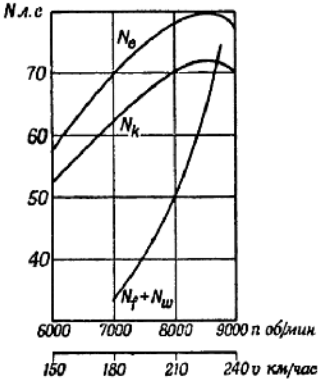


Рис. 140. Рабочий баланс малолитражного дорожно-гоночного автомобиля

Согласно расчетным данным, скорость гоночного автомобиля этого типа может достигнуть 230 км/час. Делая поправку на возможную ошибку (до 10%), следует предположить, что максимальная скорость автомобиля составит:

$$V_{max} = \frac{(100-10)}{100} \cdot 230 = 207 \text{ км/час}.$$

Помимо создания скоростных автомобилей «младших» классов, предстоит решить большие задачи в области создания спортивных и гоночных автомобилей «средних» классов (в особенности с рабочим объемом 1100 и 2000 см^3) как наиболее близких к серийным легковым автомобилям, выпускаемым нашими заводами.

Заводы автомобильной промышленности заинтересованы в создании спортивных и гоночных автомобилей этих классов, ибо работу над ними можно вести наряду с разработкой перспективных типов легковых автомобилей.

Развитию спортивных автомобилей, выпускаемых на

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

базе стандартных агрегатов, будет способствовать переход на выпуск двигателей с верхними клапанами и выпуск специальных головок с верхними клапанами для установки на обычные двигатели серийных автомобилей.

Значительные трудности при создании специальных спортивных автомобилей на базе стандартных агрегатов встречает необходимость изготовления рамы, так как серийные легковые автомобили имеют безрамную конструкцию с несущим кузовом. Необходимо создать легкую трубчатую раму. Конструкция трубчатого каркаса кузова позволяет использовать такой кузов в качестве несущего для спортивного автомобиля; при этом отсутствует даже передняя полурама для установки агрегатов, расположенных в передней части автомобиля. Эта конструкция позволяет значительно снизить вес автомобиля и в то же время обеспечивает высокую жесткость и прочность.

Форма кузова должна иметь хорошую обтекаемость. Наилучшие результаты по обтекаемости для спортивных автомобилей дают закрытые кузовы. Для некоторых спортивных автомобилей можно применять кузовы открытые, с откидывающимся верхом. Такой тип кузова, помимо простоты изготовления, дает экономию в весе.

На дорожно-гоночные автомобили должны устанавливаться специальные двигатели в основном без нагнетателей. Обладая достаточно высокой литровой мощностью, они более просты по конструкции и надежны в работе. Усовершенствования конструкции, проверенные на этих двигателях, могут оказать серьезное влияние на развитие двигателей серийных автомобилей.

Для дорожно-гоночных автомобилей основным типом кузова на ближайшее время, видимо, останется кузов с открытыми колесами. При выборе кузова учитывается снижение веса и сохранение высокой маневренности, которые имеют существенное значение для автомобилей, участвующих в кольцевых гонках.

Для рекордно-гоночных автомобилей наибольшее развитие намечается по автомобилям «младших» классов с рабочим объемом двигателей до 250, 350 и 500 $см^3$. Особенностью конструкции автомобилей этого типа является возможность установки на одно и то же шасси двигателей с различным рабочим объемом цилиндров. В пределах указанных классов разница в габаритных размерах двигателей не существенна, что обеспечивает воз-

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

можность унификации их крепления на раме автомобиля.

Большие перспективы открываются в связи с использованием привода на передние и задние колеса автомобиля. При этом можно добиться значительного улучшения использования сцепного веса, величина которого для малолитражных рекордно-гоночных автомобилей при одних задних ведущих колесах весьма незначительна. Наиболее рациональное применение привода на передние и задние колеса осуществляется при установке двух двигателей. Такая установка применялась до сих пор только на рекордно-гоночных автомобилях класса «А», имевших весьма большие габариты, но может применяться и на автомобилях других классов.

Для улучшения приемистости гоночных автомобилей большое значение имеет развитие конструкции бесступенчатых коробок передач. Рациональная конструкция таких коробок передач исключает потери времени на переключение передач и повышает быстроту разгона.

Одновременно с развитием конструкции гоночных автомобилей должны идти работы по усовершенствованию электрооборудования для гоночных автомобилей (путем создания новых типов магнето и свечей с высоким калильным числом), а также по созданию новых гоночных шин.

Усовершенствованные способы производства, внедряемые во всех отраслях нашей промышленности в пятой пятилетке, помогут решению задач, связанных с созданием совершенных типов советских скоростных автомобилей.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Приложение I

НОРМАТИВЫ

Для регистрации всесоюзных рекордов по автомобильному спорту

Дистанция	Нормативная скорость	Дистанция	Нормативная скорость
Класс от 5000 до 8000 см^3		Класс от 1500 до 2000 см^3	
1 км с места	150	1 км с места	175
1 км с хода	350	1 км с хода	270
5 км » »	320	5 км » »	250
10 км » »	300	10 км » »	220
50 км с места	250	50 км с места	200
100 км » »	250	100 км » »	200
200 км » »	240	200 км » »	200
500 км » »	200	500 км » »	170
1000 км » »	180	1000 км » »	160
3000 км » »	150	3000 км » »	130
5000 км » »	140	5000 км » »	120
Класс от 3000 до 5000 см^3		Класс от 1100 до 1500 см^3	
1 км с места	130	1 км с места	120
1 км с хода	300	1 км с хода	260
5 км » »	260	5 км » »	250
10 км » »		10 км » »	220
50 км с места	215	50 км с места	200
100 км » »	215	100 км » »	200
200 км » »	215	200 км » »	200
500 км » »	180	500 км » »	170
1000 км » »	170	1000 км » »	150
3000 км » »	140	3000 км » »	120
5000 км » »	130	5000 км » »	110
Класс от 2000 до 3000 см^3		Класс от 750 до 1100 см^3	
1 км с места	130	1 км с места	115
1 км с хода	300	1 км с хода	250
5 км » »	230	5 км » »	240
10 км » »	230	10 км » »	220
50 км с места	220	50 км с места	180
100 км » »	220	100 км » »	175
200 км » »	220	200 км » »	170
500 км » »	180	500 км » »	150
1000 км » »	170	1000 км » »	140
3000 км » »	130	3000 км » »	110
5000 км » »	120	5000 км » »	100

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Продолжение

Дистанция	Нормативная скорость	Дистанция	Нормативная скорость
Класс от 500 до 750 см^3		Класс от 250 до 350 см3	
1 км с места	110	1 км с места	95,617
1 км с хода	210	1 км с хода	190
5 км » »	205	5 км » »	185
10 км » »	205	10 км » »	180
50 км с места	170	50 км с места	140
100 км » »	165	100 км » »	140
200 км » »	160	200 км » »	135
500 км » »	140	500 км » »	100
1000 км » »	120	1000 км » »	95
3000 км » »	103	3000 км » »	85
5000 км » »	95	5000 км » »	80
Класс от 350 до 500 см^3		Класс до 250 см3	
1 км с хода	200	1 км с места	90
1 км с места	100	1 км с хода	160
5 км с хода	195	5 км » »	150
10 км » »	190	10 км » »	145
50 км с места	150	50 км с места	125
100 км » »	150	100 км » »	125
200 км » »	150	200 км » »	115
500 км » »	109	500 км » »	90
1000 км » »	105	1000 км » »	80
3000 км » »	95	3000 км » »	—
5000 км » »	90	5000 км » »	—

Приложение II

ВСЕСОЮЗНЫЕ РЕКОРДЫ И ДОСТИЖЕНИЯ, УСТАНОВЛЕННЫЕ НА СОВЕТСКИХ СКОРОСТНЫХ АВТОМОБИЛЯХ

Дистанция	Водитель	Марка автомобиля	Скорость, км/час	Год
Класс до 250 см^3				
1 км с хода	Амбросенков А.	«Звезда М НАМИ»	189,473	1952*
5 км » »	» »	» »	177,287	1952*
10 км с хода	Лорент Э.	«Харьков-250»	146,914	1953**
50 км » »	» »	» »	160,829	1953**

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

Продолжение

Дистанция	Водитель	Марка автомобиля	Скорость, км/час	Год
Класс до 350 см^3				
1 км с места	Амбросенков А.	«Звезда М НАМИ»	103,836	1952*
1 км с хода	» »	» »	215,182	1952*
50 км с места	Амбросенков А.	«Звезда М НАМИ»	169,907	1952*
100 км » »	» »	» »	153,931	1952*
Класс до 500 см^3				
50 км с места	Амбросенков А.	«Звезда М НАМИ»	156,589	1952*
Класс до 1100 см^3				
500 км с места	Герасимов А.	«Москвич»	112,632	1952
Класс до 1200 см^3 (по старой классификации)				
1 км с места	Попов Г.	«Шахтер»	84,705	1951*
1 км с хода	» »	»	131,771	1951*
5 км » »	» »	»	131,435	1951*
50 км с места	» »	»	132,023	1951*
100 км » »	» »	»	121,799	1951*
300 км » »	Герасимов А.	«Москвич»	117,372	1951*
1000 км » »	Гивартовский Л.	»	83,810	1949
Класс до 2000 см^3				
1 км с хода	Никитин В.	«Харьков-6»	203,274	1952
Класс до 2500 км (по старой классификации)				
1 км с места	Никитин В.	«Харьков-III»	109,199	1951*
1 км с хода	» »	» »	201,342	1951*
5 км » »	» »	» »	202,179	1951*
50 км с места	» »	» »	183,280	1951*
100 км » »	» »	» »	183,964	1951*
300 км » »	Сорокин Н.	«ГАЗ спец»	165,899	1951*
500 км » »	Метелев М.	М-20	142,979	1952
1000 км » »	Волхонский С.	М-20	103,093	1949
Класс до 3000 см^3				
1 км с хода	Помогайбо И.	«Дзержинец»	215,182	1952
1 км с места	» »	» »	117,955	1952

* Всесоюзный рекорд.
** Всесоюзный рекорд, превышающий мировой.
Остальные результаты являются всесоюзными достижениями

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

ЛИТЕРАТУРА

Афанасьев Л. Л., Клинковштейн Г. И., Понизовкин А. Н., Томилин Н. Н., Фингарет Д. Б., Техническая подготовка автомобилей к соревнованиям, Машгиз, 1951.

Бекман В. В., Конструкция и динамика гоночных автомобилей, Машгиз, 1947.

Великанов Д. П., Автомобильные гонки на 500 км, «Автомобиль», 1949, №11.

Великанов Д. П., Первые всесоюзные соревнования по автомобильному спорту, «Автомобиль» 1950, № 10.

Высотский Д. И., Клинковштейн Г. И., Сабинин А. А., Опыт использования серийных автомобилей в спортивных соревнованиях, ФиС, 1953.

Ковальчук В. П., Новые конструкции автомобильных шин и некоторые вопросы их эксплуатации, «Автомобиль», 1948, № 6.

Ленин И. М., Автомобильные карбюраторные двигатели, Машгиз, 1950.

Певзнер Я. М., Проблемы устойчивости и управляемости автомобиля, «Автотракторная промышленность», 1951, № 1.

Певзнер Я. М., Теория устойчивости автомобиля, Машгиз, 1947.

Пельтцер А. И. и Сабинин А. А., Модернизированный автомобиль «Звезда ЗМ», «Автомобиль», 1951, № 2.

Сабинин А. А., Пельтцер А И., «Из опыта работы над рекордно-гоночным автомобилем», «Звезда», «Автомобильная и тракторная промышленность», 1951, № 9.

Сабинин А. А., Подготовка силовой передачи автомобиля М-20 к скоростным соревнованиям, «Автомобиль», 1952, № 7.

Сабинин А. А., Пути создания спортивного и гоночного авто мобилей, «Автомобиль», 1948, № 9.

Усанов А. Д., Запальные свечи для двигателей спортивных и гоночных автомобилей и мотоциклов, ФиС, 1952.

Чистозвонов С. Б., Повышение мощности автомобильных двигателей для спортивных соревнований, «Автомобиль», 1952, № 5

Чудаков Е. А., Качение автомобильного колеса, Труды автомобильной лаборатории института машиноведения, АН СССР, вып. 9, изд. АН СССР, 1948.

Чудаков Е. А., Теория автомобиля, Машгиз, 1950

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
Задачи автомобильного спорта в СССР 5
Краткие сведения о развитии автомобильного спорта в СССР 7
Виды автомобильных соревнований и классификация скоростных автомобилей 15
Основные параметры и общая конструктивная компановка скоростных автомобилей 20
Конструкция двигателей скоростных автомобилей 31
Конструкция основных механизмов двигателей гоночных автомобилей 76
Топливо для двигателей скоростных автомобилей 108
Система питания 118
Нагнетатели 128
Силовая передача 136
Ходовая часть 144
Механизмы управления 166
Кузовы 178
Шины 191
Динамика скоростных автомобилей 103
Управляемость и устойчивость скоростных автомобилей 225
Перспективы развития скоростных автомобилей в СССР 236
Приложения 245
Литература 248

Редактор С. *В. Папмель*. Тех. ред. *А. А. Доценко*.

Сдано в набор 16/III-53 г. Подписано к печ. 21/VII-53 г.
Формат 84 × 108 1/32. Объем 3,88 бум. л. 12,62 п. л
12,37 уч.-изд л. 38929 зн. в 1 п. л. Л 163850.
Тираж 15000 экз. Заказ 2068.

3-я типография «Красный пролетарий» Союзполиграфпрома Главиздата Министерства культуры СССР. Москва, Краснопролетарская, 16

Отпечатано в тип. Облполиграфиздата.
г. Калинин, наб. Ст. Разина. 33.

Книга с сайта http://gaz20.spb.ru