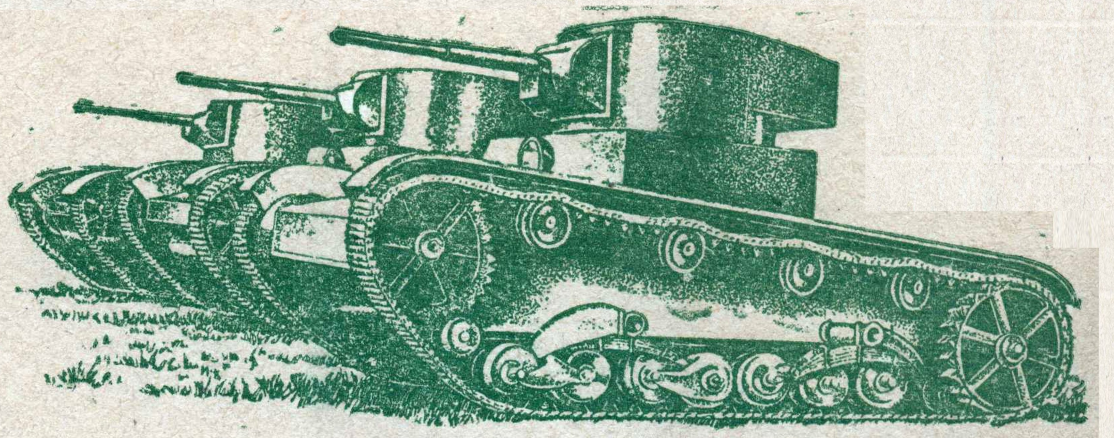


# Мотор



**ФЕВРАЛЬ № 2**

**ОГИЗ ГОСТРАНСИЗДАТ  
МОСКВА**

**1935**

**К ЧИТАТЕЛЯМ ЖУРНАЛА**

Громадные задачи, которые ставит 1935 год перед сотысячным автомобильным парком, могут найти свое освещение в журнале только при ближайшем участии рабочих и ИТР автопредприятий—читателей журнала. Особенно важен обмен опытом между авторемонтными заводами, заводами, производящими гаражное оборудование, автобазами, гаражами—по всем вопросам, возникающим на местах. Необходимо, чтобы освещение всех этих вопросов носило не случайный характер, а чтобы заводы, автобазы, гаражи поддерживали постоянную связь с журналом. Разрешение этой задачи должны взять на себя инженерно-технические секции заводов, гаражей и баз, создав корреспондентские пункты журнала „Мотор“, выделив для этого ответственного товарища, который сейчас же должен установить связь с журналом.

Только при такой постоянной связи предприятий с журналом возможны постановка и разрешение на страницах журнала всех назревших в производстве вопросов.

Эту же связь с журналом должны установить и заводы автостроения, а также автомобильные научно-исследовательские учреждения, создав у себя технические корреспондентские посты журнала „Мотор“ и выделив для этого постоянного товарища, который должен связаться с журналом.

Создавайте корреспондентские посты журнала „Мотор“, выделяйте товарищей для постоянной связи с журналом, делитесь своим опытом на страницах журнала!

Редакция журнала „МОТОР“

Стр.

Передовая · Решения VII Съезда Советов в жизнь! . . . . .	1
Изучение износа деталей—важнейшая проблема эксплуатации автотранспорта—инж. Б. Гинцбург . . . . .	3
Износы коленчатых валов—инж. С. А. Лаптев . . . . .	10
Баббит типа „Бондрат“ в авторемонтном деле—инж. Г. Г. Девяткин . . . . .	14
Обтекаемый автомобиль на шасси ГАЗ-А—инж. А. Никитин . . . . .	20
Проект гаража-отеля в Москве—инж. Ю. С. Фельзер . . . . .	27
Колебания управляемых колес шимми—инж.-мех. <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">М. А. Эрлих</span> . . . . .	36

**АДРЕС РЕДАКЦИИ:**

Москва, Софийская набережная, 34. Цудортранс, комн. 309. Для корреспонденции: Москва, почтамт, аб. ящ. № 1067, редакции журнала „Мотор“.

**ОРГАН  
ЦУДОРТРАНСА  
ПРИ СНК СССР  
И ЦБ ИТС  
СОЮЗОВ ШОФЕРОВ  
1 9 3 5  
ФЕВРАЛЬ № 2**

# Мотор

**М О Т О Р**

- Zeitschrift für Automobil und Motorradverkehr.
- Revue du Transport Automobile et Motocycllette.
- Automobile and Motorcycle Journal.

## **МОГУЧЕМУ ОПЛОТУ МИРА, ВЕРНОМУ СТРАЖУ СОВЕТСКОЙ ЗЕМЛИ—КРАСНОЙ АРМИИ БОЛЬШЕВИСТСКИЙ ПРИВЕТ!**

### **Решения VII Съезда Советов—в жизнь!**

Исторический VII Съезд Советов подвел итоги строительству социализма в нашей стране. В докладах тт. Молотова и Орджоникидзе, в глубоко волнующих цифрах и фактах выявилась во весь рост победа сталинской эпохи индустриализации. Завет Ленина выполнен: **Россия неповская стала Россией социалистической.**

Съезд Советов констатировал, что  $\frac{1}{5}$  крестьянских хозяйств объединено в колхозы, что  $\frac{9}{10}$  посевных площадей принадлежат колхозам и совхозам. Социалистическое сельское хозяйство опирается на прочную материальную базу—тяжелую промышленность, которая полностью реконструирует его. 96% всех производственных фондов страны принадлежат сейчас социалистическому сектору. **Социалистическая собственность стала основой нашего строя.** За материальной базой социализма—новыми домами, мартенами, прокатными станами, за гигантами машиностроения, автостроения, тракторостроения, за величайшими успехами электрификации, за созданными новыми производствами в области металлургии,—совершенно ясно видно, как **решительно изменилось лицо страны.** Миллионные массы населения активно вовлеклись в социалистическое строительство, в государственное управление.

Новая социалистическая культура прочно вошла в производство. Глубоко вкоренились новые социалистические методы работы. Громадные массы пролетариев работают не только над переделкой материальной базы, но и **над переделкой себя.** Выступавшие на съезде директора и руководители предприятий показали, как выросли руководители нашей промышленности, полностью овладевшие техникой. Отрывая часы от отдыха и сна, **они выполнили призыв партии** и овладели техникой дела, и их выступления на съезде демонстрировали не только их преданность социализму, но и глубокое знание дела, которое им поручила партия.

Иными стали и старые специалисты. Значительная часть их искренне вовлеклась в строительство социализма. Вместе с тем в строительство социализма вошло громадное количество и новых специалистов, **вышедших из недр пролетариата.** Новая производственно-техническая интеллигенция, с новыми социалисти-

ческими методами работы—подлинно **советские инженеры**—заполнили цеха новых заводов.

А за ними—миллионы и миллионы пролетариев—техников, мастеров, бригадиров, рабочих—**работают и учатся,** овладевают техникой, соединяют технику с новыми социалистическими методами работы.

Меняется и сознание новой **колхозной** деревни. Это особенно можно было видеть на происходившем вслед за Съездом Советов втором Всесоюзном съезде колхозников-ударников. Выходившие на трибуну колхозники демонстрировали, как ударными методами социалистического соревнования работает колхозная деревня, как она овладевает новой техникой, как крепнет трудовая дисциплина, как изменилось отношение к общественной колхозной собственности, как колхозная деревня начинает мыслить в общегосударственном масштабе, болеть всеми интересами своего социалистического отечества. Говоря об этих выступлениях, «Правда» отметила: «Когда слушаешь их речи, полные практического смысла, гордости и великолепной большевистской деловитости, кажется, что заговорила сама советская земля».

О том же говорили и выступления на Съезде Советов одинаково, как директоров, рабочих, так и профессоров, ученых, работников искусства. Во всех выступлениях звучала основная мысль—**работа каждого определяется сейчас в Союзе единой целью** строительства социализма во всех областях нашей жизни. У нас создана уже социалистическая наука, социалистическая литература, социалистическое искусство, создается новый социалистический быт, коренным образом меняющий все устои старой России.

Все это—результат того, что партия большевиков, под мудрым руководством гениального вождя тов. Сталина, выполняя завет Ленина, всемерно крепит союз рабочего класса и крестьянства. И Съезд многократно демонстрировал глубочайшую преданность своему великому вождю, свое восхищение перед его гениальной прозорливостью, свою непреклонную готовность отдать все силы для дальнейшей борьбы под его мудрым руководством за окончательную победу бесклассового общества, за построение коммунистического строя.

Съезд Советов демонстрировал вместе с тем не-

преклонную готовность всех трудящихся защищать свое социалистическое отечество. Товарищ Сталин в свое время на съезде хозяйственников сказал: «В прошлом у нас не было и не могло быть отечества. Но теперь, когда мы свергли капитализм, а власть у нас рабочая,—у нас есть отечество, и мы будем отстаивать его независимость». Угроза нападения на наше социалистическое отечество некоторых капиталистических стран далеко еще не устранена. На это указал на съезде тов. Молотов, отметив, что, несмотря на мирную политику нашего социалистического отечества, все же имеется угроза военных осложнений со стороны отдельных государств, в которых некоторые элементы открыто говорят о войне с СССР.

С полным единодушием Съезд ответит на эту угрозу непреклонной решимостью защищать свое социалистическое отечество, а в речи товарища Тухачевского получил совершенно ясное представление о том, как на базе реконструкции нашей промышленности подготовлена оборона Союза.

Наша Красная армия вступила в семнадцатую годовщину своего существования. Это—единственная в мире армия, которая стоит на страже интересов трудящихся. Половина ее—это партийцы и комсомольцы. В ней нет представителей буржуазных классов, она подлинно рабоче-крестьянская. По своему вооружению, насыщению механизмами, снабжению авиацией, танками и пр. наша армия стоит на высоком уровне, который полностью обеспечивает выполнение возложенной на нее задачи—**защищать от нападения капиталистов социалистическое отечество**. Каждый красноармеец отчетливо сознает, что он защищает свое социалистическое отечество, которого у него не было до октябрьской революции. Именно это соединение революционного сознания Красной армии с высокой техникой и делает нашу армию грозной непобедимой силой, которая сумеет защитить первое отечество трудящихся от нападения.

В чем же новое содержание нашего отечества? В том, что «общественная собственность сделалась главной формой собственности в Советском Союзе, а следовательно, подавляющая масса населения теперь связана с общественным (государственным, колхозным, кооперативным) хозяйством» (Молотов). Отсюда Съезд поставил перед всеми трудящимися важнейшую задачу **об охране и укреплении общественной собственности**.

Вместе с тем съезд принял по предложению ЦК нашей партии важнейшее решение о дальнейшем развитии советского демократизма. «Успехи строительства,—сказал тов. Молотов,—позволяют нам теперь поставить вопрос о дальнейшем развитии советского демократизма, о доведении социалистической демократии до конца».

В тот момент, когда зарубежная буржуазия выбрасывает за борт даже внешне лживо-демократические формы, превращает парламенты в назначенские органы, закрывает все рупоры, через которые может проникнуть голос протеста трудящихся, у нас партия поставила перед VII Съездом Советов вопрос о замене многостепенных выборов прямыми, не вполне равными—равными, открытыми—закрытыми. И трудящиеся всего мира получают наглядный урок. Они видят, что подлинный демократизм может быть осуществлен **только в пролетарском государстве**.

На протяжении короткого срока второй раз зарубежная буржуазия могла убедиться в непоколебимой крепости Советского государства. Отмена карточек на хлеб и на некоторые другие продукты продемонстрировала окончательное укрепление колхозного хозяйства, всей экономики нашей страны, советского рубля и открыла дальнейшие перспективы улучшения материального положения трудящихся.

Какие выводы должны сделать для себя работники автотранспорта из решений VII Съезда Советов?

Хозяйство автотранспорта чрезвычайно выросло в последние годы. Почти двухсоттысячный автопарк, новые государственные авторемонтные заводы, новые гаражи, станции обслуживания, заправочные станции и т. д.—все это **крупная часть социалистической собственности нашего отечества**. На автотранспорте особенно остро встает вопрос об охране автомобиля, машины, которая не находится на одном месте, как любой заводской агрегат,—в поле зрения многих людей.

Автомобильный парк и его возросшая материально-техническая база требует к себе бережного отношения и рационального использования. Основная забота на автотранспорте об охране социалистической собственности должна быть направлена в сторону профилактики, планово-предупредительного ремонта, постоянного ухода за автомобилем.

«До сих пор еще не хотят понять,—как указал т. Сталин,—что основу ремонта составляет текущий и средний, а не капитальный». А, между тем, мы до сих пор часто доводим машину до такого состояния, когда ей не поможет и ремонт и она преждевременно выбывает из строя. Ремонтируем мы при этом плохо и дорого. Ремонт—наибольшая составляющая в стоимости автоперевозок. Здесь мы еще далеко не догнали границу, где стоимость ремонта на километр пробега в несколько раз ниже, чем у нас, где машина служит значительно дольше.

Вторая задача—это **люди**, создание кадров водителей, технически и политически высокограмотных. Здесь особенно необходимо помнить всегда слова тов. Сталина о том, что главное сейчас **в людях**, овладевших техникой. Подготовка и переподготовка шоферов отстает от роста автотранспорта. Здесь непочатый край работы, но работа по-настоящему, по-босому еще не развернута. Обмен шоферских книжек—только начало этой работы. Перед автотранспортом стоит задача—не только подготовки шоферов, но и овладения техникой своего дела всеми работниками автотранспорта. Если ряд директоров предприятий тяжелой промышленности демонстрируют на съезде полное овладение техникой своего дела, то нельзя того же сказать о большинстве командиров на автотранспорте, которые не овладели еще техникой. Технический государственный экзамен должны пройти не только шоферы, но и средний и командный состав автотранспорта.

На Съезде Советов работа транспорта подверглась суровой критике. Эту критику еще в большей степени должны принять на себя и работники автотранспорта.

Советский автомобиль работает на полях совхозов и колхозов, на всех предприятиях нашей промышленности, на новостройках, он обслуживает кооперативную сеть, органы связи, коммунальное хозяйство и т. д. Он заменяет в ряде районов ж.-д. транспорт на коротких перевозках. От его работы зависит работа всех отраслей народного хозяйства. Все это накладывает особую ответственность на работников автотранспорта. Они должны поставить себе задачу—быть в первых рядах строителей социализма, получить право как и работники металлургии рапортовать о своих действительных достижениях. Они должны проникнуться пролетарской гордостью за свою работу, стремясь поднять качество этой работы на небывалую высоту.

Величайшие перспективы дальнейших успехов социалистического строительства развернул перед трудящимися всего мира VII Съезд Советов. Встать в ряды лучших, непрерывно проводить в жизнь директивы монolithicной Всесоюзной коммунистической партии и гениального Всесоюзного вождя мирового пролетариата тов. Сталина—вот программа действий для каждого работника автотранспорта.

# Изучение износа деталей — важнейшая проблема эксплуатации автотранспорта.

## О Т Р Е Д А К Ц И И

Проблема износа деталей автомобиля приобретает с ростом нашего автотранспорта исключительное значение. Эксплуатационники предъявляют к производству все большие и большие требования на производство запасных частей. Производство запасных частей в суммовом отношении грозит перерасти производство автомашин. А между тем таких коротких сроков службы деталей, какие наблюдаются у нас, не знает за граница. Наши эксплуатационники не занимаются вопросами увеличения межремонтных пробегов агрегатов и сроков службы деталей. Проблема износа деталей остается вне поля их зрения.

Редакция считает необходимым поставить во весь рост эту важнейшую эксплуатационную проблему и открывает статьи т. Гинцбурга и т. Лаптева ее обсуждения. Редакция просит всех товарищей, работающих по вопросам изучения износа деталей, поделиться опытом своей работы на страницах журнала.

### Инж. Б. ГИНЦБУРГ

Явление износа движущихся деталей машин очень сложно и недостаточно изучено, хотя анализу его посвящено большое количество работ; все громадное значение его изучения очевидно.

В настоящей работе освещаются немногие стороны вопроса, а именно связь между долговечностью деталей и точностью их изготовления и некоторые вопросы смазки.

Сплошь и рядом приходится встречать в среде наших производителей и конструкторов пренебрежительное отношение к скрупулезной точности изготовления, к «микронам». К требованиям повышенной точности в этом случае относятся как к ненужной или даже вредной выдумке, а между тем именно скрупулезная точность — «микроны» — часто определяет судьба детали, ее долговечность или, наоборот, быстрый износ.

В противоположность сказанному, при ознакомлении с американской автопромышленностью автор был поражен двумя обстоятельствами, которые несомненно должны быть поставлены в связь друг с другом.

Первое — это действительно удивительно высокая точность выполнения деталей; второе — прекрасная долговечность машин: машины проходят без переборки 100 и больше тысяч километров.

Для иллюстрации приведем несколько частных примеров из практики американского моторостроения, которые можно было бы при желании умножить.

Пример 1-й. Фирма Покттак официально сообщает о следующих величинах износов ряда деталей после пробега машины в 76 000 миль (т. е. 122 000 км):

Цилиндр . . . . .	0,0023	дм.	т. е.	0,060	мм
Шейка коленчатого вала коренная . . . . .	0,0005	»	»	0,013	»
» » » шатунная . . . . .	0,0005	»	»	0,013	»
Подшипник шатуна большой головки . . . . .	0,0003	»	»	0,023	»
» » малой головки . . . . .	0,0015	»	»	0,038	»
Шейка кулачкового вала . . . . .	0,0003	»	»	0,008	»
Поршень (гальванизированный) . . . . .	0,0057	»	»	0,145	»
Стержень клапана всасывающего . . . . .	0,0001	»	»	0,003	»
» » выхлопного . . . . .	0,0005	»	»	0,013	»
Вытяжка звена цепи . . . . .	0,0367	»	»	0,932	»

Приведенные величины очень невелики.

Пример 2-й. Тонкостенные взаимозаменяемые подшипники. Общепространенной практикой в моторостроении Америки является применение тонкостенных взаимозаменяемых вкладышей для шатунов и коренных подшипников. Вкладыш состоит из тонкой стальной полосы с заливкой баббита или свинцовой бронзы. Общая толщина вкладыша 1—2 мм при допуске на толщину 6 микронов (1/4 десяти тысячной дюйма).

Окончательно обработанные вкладыши устанавливаются в точно обработанные постели, после чего они уже не подвергаются никакой дополнительной обработке. Допуск на диаметр отверстия под вкладыш 13 микронов (1/2 тысячной дюйма). Совпадение осей отверстий под вкладыши коренных шеек многоопорного коленчатого вала таково, что общий калибр, входящий одновременно во все отверстия с зазором 13—25 микронов, может свободно вращаться. На вкладышах работает вал, шейки которого изготовлены с меньшим, чем вкладыш, диаметром для получения определенного между ними зазора для «масляной пленки». Вал изготовляется также очень точно: диаметр с допуском 25 микронов (на ряде заводов 13 микронов — 1/2 тысячной дюйма); конусность в пределах 13 микронов (1/2 тысячной); эллиптичность в пределах 6 микронов (1/4 тысячной); не параллельность шатунных шеек по отношению к коренным

<sup>1</sup> Абразив — материал, способствующий истиранию; внутрь мотора попадает вместе с всасываемым воздухом или топливом.

25 микронов (1 тысячная) на длине 150 мм (6 дюймов). Зазор между валом и вкладышем как правило подбирается в более узких допусках, чем это обусловлено указанными выше уже достаточно узкими допусками. А именно, при выполнении деталей (вала вкладышей, расточки под них) с указанными выше допусками колебание зазора между валом и вкладышем могло бы быть в пределах 50 микронов (2 тысячных дюйма), тогда как ряд заводов производит подбор деталей, добиваясь колебания зазора в пределах 25 микронов (1 тысячная) и даже 13 микронов (1/2 тысячной дюйма).

Помимо выполнения деталей с указанными узкими допусками, их поверхностям придается соответствующей обработкой (алмазной обточкой, полировкой) исключительная гладкость.

Все эти технические требования, как увидим дальше, имеют глубочайшие обоснования и без их выполнения ожидать той долговечности, какую имеют американские машины, невозможно.

Пример 3-й. Обработка зеркала цилиндра.

В качестве окончательной операции обработки рабочей поверхности цилиндра американские автофирмы применяют хонинг, причем большинство фирм производит хонинг дважды, а именно — после обычного производится так называемый «зеркальный» хонинг, придающий поверхности зеркальную гладкость. Допуски на диаметр, эллиптичность и конусность не превышают 25 микронов (1 тысячная дюйма), доходя на некоторых заводах до 10—13 микронов (4—5 десяти тысячных).

Значение, которое американские производители моторов придают правильности размеров цилиндра, можно иллюстрировать следующим примером, приведенным К. W. Сонногом на съезде американского общества инженеров-механиков в Пенсильванском университете в июне 1934 года. В этом докладе между прочим было доложено о методе хонингования цилиндров с привертываемыми к блоку специальными цилиндрическими головками, имеющими отверстия для прохода хонинговой головки. Целесообразность такого метода вызывается тем, что вследствие напряжения, возникающих при затяжке болтов крепления головки в блоке, она при монтаже головки деформируется и достигнутая соответствующей обработкой точность поверхности цилиндра не сохраняется, и смысл достижения особой точности вообще становится проблематичным. Такое же нарушение правильности формы цилиндра происходит и от термических напряжений вследствие разности температур в различных частях блока во время работы мотора. Однако, по свидетельству К. W. Соннога термические деформации значительно меньше, чем возникающие от затяжки болтов, и практическое значение имеет лишь их учет.

Для этого применяют следующий порядок работ.

Перед хонингом к блоку привертывается специальная головка, как сказано, с отверстиями для прохода хонинговой головки; затем производится хонинг. В этом случае правильность размеров цилиндра достигается именно при созданных затяжкой болтов каких-то деформациях. При снятой же головке, наоборот, правильность формы цилиндра нарушается.

Так как деформация блока зависит от силы затяжки болтов, то для получения при монтаже головки на готовый блок той же затяжки, что и при монтаже специальной головки для хонинга, затяжка производится особым гидравлическим ключом, позволяющим наблюдать силу затяжки. Если в обоих случаях болты были затянуты с одинаковой силой, то имеются все основания полагать, что и деформации будут одинаковы, т. е. во время работы мотора блок сохранит правильность размеров, приданных ему во время хонинга. Произведенные тщательные

замеры и наблюдения полностью подтвердили целесообразность описанного метода. Так, в одном частном случае были произведены следующие наблюдения.

Неточности размеров поверхности цилиндров блока после хонинга находились в пределах 18 микронов; после привертывания головки эти неправильности возрастали до 50 с лишним микронов. В случае же, когда хонинг производился с привернутой головкой, картина менялась.

После хонинга, до того как головка снята, искажения размеров находились, как и в предыдущем случае, в пределах 18 микронов; после снятия специальной головки они возрастали до 50 микронов; при постановке же головки вторично искажения восстанавливались до прежней величины, т. е. не превосходили 18 микронов.

Сравнивая приведенные выше точности с теми, которые осуществляются на наших заводах, приходится сделать вывод, что эти точности значительно выше.

Возникает вопрос, в какой связи с улучшением эксплуатационных качеств мотора, его долговечности работы находится эта разница классов работ—«ловля микронов». Безусловно необходимо мобилизовать все силы наших заводов на борьбу за повышение точности.

В значительной степени на этот вопрос отвечает анализ условий, при которых между трущимися деталями происходит жидкостное трение.

Напомним кратко сущность вопроса [по Э. Фальцу, на перевод книги которого «Основы смазочной техники» (Госмашметиздат. 1934 г.) в последующем будут делаться ссылки].

Между трущимися поверхностями, работающими с наличием смазки вообще, могут возникнуть различные по характеру виды трения, а именно:

1) **Полусухое трение**, когда между трущимися поверхностями смазка почти совершенно вытеснена; поверхности непосредственно соприкасаются друг с другом.

В этом случае трение подчиняется закону Кулона,—износ при продолжительной работе значителен.

2) **Полужидкостное трение**, когда между трущимися поверхностями имеется слой смазки, но недостаточный для полного разделения трущихся поверхностей.

В этом случае справедливы—отчасти закон Кулона, отчасти законы жидкостного трения; износ имеет место в меньшей степени, чем при полусухом трении.

3) **Жидкостное трение**—случай, когда поверхности полностью разделены слоем смазки.

Здесь справедливы законы жидкостного трения, износ практически отсутствует совершенно. В этом случае одна поверхность как бы плавает над другой на слое масла. Таким образом, если мы хотим иметь долговечную машину, мы должны обеспечить условия, при которых возникнет и будет поддерживаться жидкостное трение.

Для средних величин отношений  $\frac{l}{d}$  (длины к диаметру подшипника) Фальц на основании гидродинамической теории смазки выводит следующее равенство для определения наименьшей толщины смазочного слоя, которая установится во время работы (формула 31):

$$h = \frac{\alpha^4 \cdot l \cdot n \cdot z}{36,5 P (D - d)} \quad (31)$$

Здесь:

$h$  — наименьшая толщина смазочного слоя в метрах, которая установится во время работы (вал при работе эксцентрично сместится по отношению к центру вкладыша);

$d$  — «идеальный» диаметр цапфы в метрах, т. е. диаметр цапфы, измеренный по впадинам неровностей ее (рис. 1);

$D$  — «идеальный» диаметр подшипника в метрах, т. е. диаметр, измеренный по впадинам неровностей подшипника;

$D - d$  — «идеальный» зазор в подшипнике в метрах; «действительный» зазор, устанавливаемый непосредственным обмером, как легко видеть, меньше «идеального» на удвоенную величину суммы неровностей обеих поверхностей;

$l$  — длина подшипника в метрах;

$n$  — число оборотов цапфы в минуту;

$z$  — абсолютная вязкость масла в смазочном слое в кг/см<sup>2</sup>;

$P$  — нагрузка подшипника в кг.

Следует оговориться, что приведенная формула (31) справедлива только для определенных значений  $D - d$ , а именно, когда

$$h < \frac{1}{4} (D - d).$$

Кроме того необходимо также отметить, что формула (31) выведена для случая вращающейся цапфы, нагруженной постоянной по величине и направлению силой. Для случая переменной силы, как это имеет место в кривошипном механизме мотора, формула, строго говоря, неприменима; однако она может быть использована для подсчета величины зазора по сред-

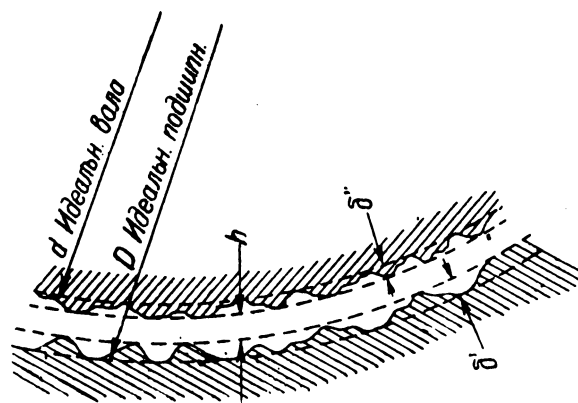


Рис. 1.

ней величине действующей силы, учитывая, что полученные результаты дадут величину зазора с некоторым запасом.

Возьмем в качестве примера для просчета по приведенной формуле случай умеренно нагруженной цапфы с удельным давлением на нее

$$p_m = \frac{P}{l \cdot d} = 25 \text{ кг/см}^2;$$

с достаточно большим диаметром цапфы  $d = 75$  мм; с достаточно большим отношением  $\frac{l}{d} = 0,7$ ; с достаточно большим числом обо-

ротов  $n = 2000$ ; достаточно вязким маслом, т. е. с вязкостью по Энглеру 2,5 при 100° Ц, что соответствует абсолютной вязкости  $z = 0,0014$ . Таким образом возьмем в качестве примера благоприятный для создания большой толщины смазочного слоя случай найдем, чему окажется он равен при различных величинах  $D - d$

Подставив все выбранные величины в формулу, получим:

$$h = \frac{0,075^4 \cdot 0,7 \cdot 2000 \cdot 0,0014}{36,5 (25 \cdot 7,5 - 0,7 \cdot 7,5) (D - d)} M = \frac{1}{590 (D'' - d'')} \text{ мм},$$

где  $D'' - d''$  — в миллиметрах.

Для значений  $D''$  и  $d''$ , равных 0,08, 0,10 и 0,12 мы соответственно получим:

$$\begin{array}{l} D'' - d'' \quad 0,08 \quad 0,10 \quad 0,12 \text{ мм} \\ h \quad 0,021 \quad 0,017 \quad 0,014 \text{ мм.} \end{array}$$

Если бы мы хотели подсчитать максимально возможную для данных условий толщину масляного слоя, то следует воспользоваться формулой Фальца (стр. 56):

$$h_{0,3} = 0,27 d \sqrt{\frac{z \omega}{P_m}}$$

где  $\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$  — угловая скорость цапфы для нашего случая

равна:

$$\omega = \frac{\pi \cdot 2000}{30} = 210.$$

Таким образом наибольшая возможная толщина смазочного слоя в нашем примере равна

$$\begin{aligned} h_{0,3} &= 0,7 \cdot 75 \sqrt{\frac{0,0014 \cdot 210}{25000}} = \\ &= 0,27 \cdot 75 \sqrt{\frac{1}{850000}} = 0,022. \end{aligned}$$

Эта толщина установится при наличии величины идеального зазора, равно:

$$D'' - d'' = \frac{h_{0,3}}{0,35} = \frac{0,022}{0,35} = 0,062 \text{ мм.}$$

Из просчета данного примера можно сделать следующие заключения:

1) даже в благоприятном случае (не сильно нагруженная цапфа, значительное число оборотов, достаточно вязкое масло) толщина масляного слоя в подшипнике устанавливается очень небольшой—15-20 микронов;

2) для получения желательных толщин масляного слоя зазор подшипника должен быть строго определен и находиться в узких пределах;

3) при изменении вязкости масла толщина масляного слоя может резко измениться.

Если учесть, что для обеспечения жидкостного трения толщина масляного слоя должна перекрыть сумму неровностей цапфы и подшипника и взаимные перекосы их (вследствие неточностей изготовления и деформаций в работе), то становится объяснимой необходимость соблюдения современных жестких точностей, о которых говорилось раньше.

Так, если принять для нашего примера, что наименьшая толщина масляного слоя может опуститься до величины 15 микронов и что возможные перекосы (в сумме от неточностей изготовления и деформаций в работе) находятся только в пределах 25 микронов на 150 мм, то найдем:

Величина перекоса на длине  $l = 0,7 \cdot 75$  мм равна

$$f = 25 \frac{l}{150} = 25 \cdot 0,7 \cdot 75 \frac{1}{150} = 9 \text{ микронам.}$$

Сумма же неровностей поверхностей цапфы и вала не должна превышать величины

$$\delta'' + \delta' = h - f = 15 - 9 = 6 \text{ микронам.}$$

т. е. неровности каждой поверхности (при их равенстве) должны находиться в пределах, не превышающих 3 микрона.

Согласно данным, приводимым Фальцем (таблица 6, стр. 62), при современных методах производства достижимы следующие значения неровностей для стали:

- «Высота неровностей обработанных поверхностей у закаленной мартеновской стали:
- отточенная—0,03—0,04 мм,
- отточенная и сглаженная полувальным напильником—0,02—0,03 мм,
- отшлифованная и сглаженная личным напильником—0,01—0,02 мм,
- отшлифованная и сглаженная наждачной шкуркой № 1—0,006—0,007 мм,
- отшлифованная наждачным кругом—0,004—0,005 мм,
- отшлифованная и сглаженная наждачной шкуркой № 00 (или закаленная и отшлифованная)—0,003—0,004 мм,
- тщательно сглаженная на чугунной пластинке (только для плоских поверхностей)—0,001—0,003 мм,
- закаленная и тщательно сглаженная на чугунной пластинке—около 0,001 мм.

Для неровностей поверхности подшипника Фальц приводит следующие цифры: при алмазной расточке по баббиту высота неровностей равна 2 микронам, при алмазной же расточке по жесткой бронзе—4 микронам (Фальц, стр. 63).

На основании «профиллограмм» (см. ниже), приводившихся в докладе К. W. Соппога, о котором упоминалось выше, к данным Фальца о величинах неровностей различных поверхностей можно добавить следующее:

- чугунная поверхность после развертки 0,02—0,03 мм,
  - чугунная поверхность после обычного хонинга—0,005—0,007 мм,
  - чугунная поверхность после зеркального хонинга—0,0003—0,0005 мм,
  - стальная шлифованная гильза авиомотора около—0,001 мм,
  - поршневой стальной палец после ланинга—0,005—0,007 мм.
- Сравнивая приведенные данные о возможно-достижимых при современных методах производства гладкостей поверхностей с необходимым их порядком для обеспечения жидкостного трения, мы должны прийти к заключению, что они примерно одинаковы, т. е. современный уровень производства позволяет обеспечивать условия, необходимые для жидкостного трения. А это значит, что мы имеем возможность создать исключительно долговечные детали (см. приведенные выше данные об износах мотора «Понтяк»).

В заключение этого раздела следует отметить еще одно обстоятельство: из приведенной формулы (31) Фальца для величины  $h$ , наименьшей толщины масляного слоя, легко видеть, что можно получить большие величины его применением более низких масел (большее  $z$ ), а с увеличенными могли бы быть понижены требования к точностям обработки в отношении гладкости поверхностей, возможным перекосам и пр. Таким образом напрашивается мысль о необходимости применения возможном вязких масел.

Однако повышение вязкости ограничивается рядом обстоятельств:

1) работа на более вязких маслах связана с повышением температуры в работе масла и подшипников (см. формулы Фальца (66) и (68)). В некоторых случаях температура может выйти за допустимые пределы;

2) вместе с толщиной смазочного слоя увеличиваются потери мощности на трение (см. формулы Фальца (49) и (50)), а это приводит к снижению механического коэффициента полезного действия;

3) применение вязких масел ограничивается возможностями нашей нефтепромышленности. В частности, для нашего примера расчета было принято наиболее вязкое масло нашего стандарта.

Обратимся теперь к примеру поршневого пальца.

Прочитаем следующее место из книги Фальца (стр. 29 и 30), полностью подходящее к случаю поршневого пальца четырехтактного двигателя простого действия.

«Цапфа во вкладыше совершает качающееся движение в одну и другую стороны, причем во время первой половины пути цапфа прилегает к одной половине вкладыша, во время второй половины пути—к другой половине вкладыша. Изменение направления давления происходит вследствие так называемой перемены давления, причем цапфа в отношении подшипника, т. е. в пределах зазора, в направлении действия силы, совершает путь, длина которого равна длине зазора (подшипник совсем без зазора, строго говоря, невозможен).

Если бы подшипник крещкопфного валика работал совершенно без смазки, то при каждой перемене давления в подшипнике происходил бы более или менее резкий удар. Этот удар в большинстве случаев был бы настолько опасен, что уже только по этой одной причине работа без смазки не могла бы быть допущена.

Чтобы по возможности смягчить удары, неизбежно надо применять смазку подшипника крещкопфного валика (о необходимости смазки для устранения трения, возникающего во вкладыше подшипника, пока еще не будем говорить). Следовательно, главная причина необходимости смазки подшипника крещкопфного валика заключается в смягчении ударов при помощи смазки.

Смягчающее действие смазочного материала, подвального в подшипник, носит характер буферного или тормозного действия, при котором тормозится скорость цапфы, надвигающейся на вкладыш, бывший до того ненагруженным. Торможение производится сопротивлением масла, уходящего из подшипника, так что поступательная скорость цапфы сильно замедляется и удар устраняется совсем или отчасти. Поэтому можно довольно удачно сравнить смягчающее действие смазки в подшипнике при перемене давления с действием тормозного цилиндра (масляный буфер), в котором поршень движется взад и вперед. С силой выдавливаемая жидкость переходит на другую сторону поршня через неплотности поршня или же через особые каналы, предназначенные для этой цели. Каналы, по желанию, можно суживать.

У подшипника крещкопфного валика цапфа действует как поршень, в то время как неплотности подшипника представляют собой суженные каналы. Чем плотнее замыкается подшипник (например благодаря запечникам на цапфе), не допуская вытекания жидкости на концах, тем больше давление в сжимаемой жидкости, тем сильнее торможение, вернее смягчение. Если торможение настолько совершенно, что в момент перемены давления цапфа еще не достигает вкладыша, к которому она стремится, то не происходит вообще никакого соприкосновения между цапфой и вкладышем; цапфа движется взад и вперед в пределах зазора, вполне заполненного смазочным материалом под действием силы поршня, не достигая однако ни одной из конечных точек.

То состояние, которое достигается у крещкопфного валика, показывает нам, что у качающегося подшипника с переменной давления мы должны позаботиться только о полном смягчении ударов, чтобы одновременно получить, и притом совершенно без нашего содействия, также полную смазку поверхностей скольжения. Последнее же было ясно из того, что цапфа движется в одну и другую сторону, не прикасаясь к вкладышу.

Как мы видели, подшипник крещкопфа с переменной давления не может рассматриваться как обычный скользящий подшипник. На него надо смотреть скорее как на ударный буфер и, как таковой, совершенствовать; качества, которые требуются ему придать, как скользящему подшипнику, могут быть получены частью за счет сущности его конструкции, как буферного подшипника, частью за счет действия силы клина.

Приведенные рассуждения дают руководящие конструктивные указания в отношении целесообразного оформления крещкопфного подшипника. Как у масляного тормоза требуется плотный поршень, так и у подшипника крещкопфного валика нужно позаботиться о том, чтобы между диаметром вкладыша и диаметром цапфы разница была самая незначительная. Поэтому зазор делают по возможности равным нулю...»

Из приведенной выдержки становятся совершенно ясными требования, которые должны быть предъявлены к поршневому пальцу и втулке шатуна для достижения жидкостного трения: зазор между ними должен быть минимальным, приближаясь к нулю, а сами поверхности должны иметь высокой степени гладкость и правильность. Практика работы двигателей показывает, что зазор между пальцем и втулкой не должен превышать нескольких микронов, доходя в отдельных конструкциях до сотых мм, а значит гладкость этих поверхностей должна быть еще выше.

Чтобы уяснить себе количественные отношения, автор сделал следующий приближенный расчет.

Пусть на рис. 2 будет представлена схематично цапфа (поршневый палец) с диаметром  $d$  и ее подшипник с большим, чем цапфа диаметром  $D$ , так что между ними имеется зазор  $D-d$ . По примеру Фальца (Фальц, стр. 213) будем считать, что в пе-

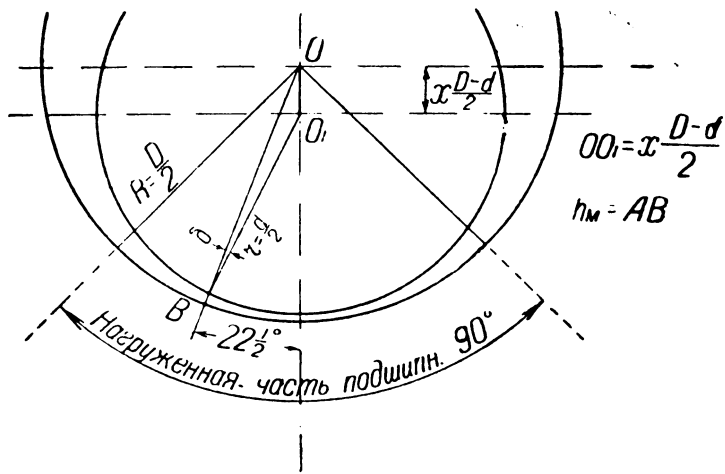


Рис. 2.

редаче давления участвует только четверть окружности подшипника, и найдем сначала зависимость между положением центра цапфы по отношению к центру вкладыша, т. е. величиной  $OO$  и средней величиной зазора на нагруженной части вкладыша, которую для простоты подсчета примем равной зазору  $AB$  под углом  $22\frac{1}{2}^\circ$  к оси симметрии (рис. 2).

Пользуясь рисунком 2, из треугольника  $AOO$ , найдем:

$$AB = OB - OA = R - r \cos \delta - OO, \cos 22\frac{1}{2}^\circ.$$

Обозначив зазор  $AB$  через  $h_m$ ; расстояние центров  $OO$  через  $x \frac{D-d}{2}$ , где  $x$ —коэффициент, показывающий, на какую часть полузазора переместился центр вала; приняв во внимание, что угол  $\delta$  очень мал, почему  $\cos \delta$  очень близок к единице, получим:

$$h_m = R - r - x \frac{D-d}{2} \cdot 0,92,$$

или отсюда:

$$h_m = (D-d)(0,5 - 0,46 \cdot x).$$

Зная эту величину, можно приближенно подсчитать объем масла, заключенный между цапфой и подшипником на нагруженной части их; этот объем равен:

$$Q = \frac{1}{4} \pi d h_m \cdot l,$$

где  $l$ —длина подшипника; отсюда элементарный объем масла, вытесняемый из подшипника при перемещении цапфы на малую величину

$$d = (D-d) 0,46 dx,$$

$$dQ = \frac{1}{4} \pi \cdot d \cdot l \cdot (D-d) 0,46 dx. \quad (A)$$

С другой стороны, этот же объем может быть найден таким путем. Согласно гидродинамической теории для узкой трубки большой ширины, количество жидкости, вытекающей через нее в единицу времени, равно (Фальц, уравн. 128):

$$q = \frac{pbh^3}{12l_1z} \frac{m^3}{сек}$$

Здесь в качестве давления  $p$  нужно подставить удвоенное среднее давление на подшипник  $p_m$ , т. е.  $p = 2p_m$ , ширина щели по-прежнему равна  $b = \frac{1}{4} \pi d$ ; вместо высоты щели  $h$  должно быть

поставлено найденное уже выражение для  $h_m$ ; вместо длины трубки  $l_1$  должна быть подставлена половина длины подшипника, причем так как вытекание происходит из обоих концов подшипника (от середины его), то в выражении для  $q$  следует еще поставить коэффициент 2; величина  $z$ —по-прежнему вязкость масла.

Подставляя все указанные величины, получим:

$$q = 2 \frac{2p_m \cdot \frac{1}{4} \pi d \cdot (D-d)^3 (0,5 - 0,46 \cdot x)^3}{12 \cdot 0,5 \cdot l \cdot z} \frac{m^3}{сек}.$$

Отсюда объем масла, вытесняемый из подшипника в течение короткого отрезка времени  $dt$ ,

$$dQ = qdt = 2 \frac{2p_m \cdot \frac{1}{4} \pi d (D-d)^3 (0,5 - 0,46 \cdot x)^3}{12 \cdot 0,5 \cdot l \cdot z} dt. \quad (B)$$

Так как выражения для  $dQ$ , определяемые уравнениями (A) и (B), должны быть равны между собой, то, приравняв их, получим:

$$\frac{1}{4} \pi \cdot d \cdot l \cdot (D-d) 0,46 \cdot dx =$$

$$= 2 \frac{2p_m \cdot \frac{1}{4} \pi d \cdot (D-d)^3 (0,5 - 0,46 \cdot x)^3}{12 \cdot 0,5 \cdot l \cdot z} dt;$$

отсюда после преобразований:

$$\frac{dx}{(0,5 - 0,46 \cdot x)^3} = \frac{p_m (D-d)^2}{1,5 \cdot 0,46 \cdot l^2 \cdot z} dt.$$

После интегрирования в пределах от  $x_1$  до  $x_2$  получим

$$\frac{1}{2 \cdot 0,46} [(0,5 - 0,46 \cdot x_1)^{-2} - (0,5 - 0,46 \cdot x_2)^{-2}] =$$

$$\frac{p_m (D-d)^2 t}{1,5 \cdot 0,46 \cdot l^2 \cdot z}.$$

Обозначим выражение в скобках через  $C$ , т. е. примем

$$C = [(0,5 - 0,46 \cdot x_1)^{-2} - (0,5 - 0,46 \cdot x_2)^{-2}]. \quad (B')$$

Тогда

$$C = \frac{p_m (D-d)^2 t}{0,75 \cdot l^2 \cdot z}. \quad (Г)$$

Пользуясь выражением (Г) и зная закон изменения  $p_m$  от времени  $t$ , можно, задавшись исходным положением цапфы  $x_2$ , найти ее положение для любого момента. Для идеально гладкой цапфы и подшипника (наиболее благоприятный случай), чтобы цапфа не соприкасалась с подшипником, должно быть  $x_1 < 1$  и  $x_2 < 1$ . Чтобы определить предельное значение зазора для этого идеального случая, положим

$$x_1 - x_2 = 1;$$

тогда

$$C = [(0,5 - 0,46)^{-2} - (0,5 + 0,46)^{-2}] = \frac{1}{0,04^2} - \frac{1}{0,96^2} = 624.$$

Из выражения (Г):

$$(D-d) = l \sqrt{\frac{0,75 \cdot z \cdot 624}{p_m \cdot t}} = 21,5 l \sqrt{\frac{z}{p_m \cdot t}}. \quad (Д)$$

Имея какой-либо практический случай по формуле (Д), можно определить зазор, при котором и выше которого при самых гладких цапфе и подшипнике в работе неизбежно их соприкосновение, т. е. палец должен работать со стуком и износом.

Так, для случая не особенно быстрого двигателя в качестве расчетного примера примем:

среднее удельное давление, действующее непрерывно в одном направлении  $p_m' = 50 \text{ кг/см}^2 = 500\,000 \text{ кг/м}^2$ ;  
время, в течение которого это давление действует,  $t' = 0,06 \text{ сек}$ ;  
вязкость по-прежнему велика и равна  $z = 0,0014 \text{ кг/сек/м}^2$ ;  
длина подшипника  $l = 40 \text{ мм}$ .

Тогда для этого случая по формуле (Д):

$$(D-d)_{пред} = 21,5 \cdot 40 \sqrt{\frac{0,0014}{500000 \cdot 0,06}} = 860 \sqrt{\frac{1}{21,4 \cdot 10^6}}$$

$$= \frac{860}{4600} = 0,19 \text{ мм}.$$

Этот ответ, хорошо согласующийся с данными практики, еще однако не позволяет решить вопроса: а до каких же пределов необходимо снизить зазор, в каких пределах нужно выдерживать гладкости поверхностей? С этой целью продолжим наш анализ.

Возвратно-поступательное движение цапфы относительно подшипника при определенных условиях (зазор, длина подшипника, вязкость масла) зависит от произведений  $p_m' t'$  для одного направления действия силы, и  $p_m'' t''$ —для силы, направленной в противоположном направлении и возвращающей цапфу в прежнее крайнее положение.

Координаты  $x_1$  и  $x_2$  могут быть найдены из системы двух уравнений (B), для одного из которых величина  $C$  подсчитана по равенству (Г) для значений  $p_m' t'$ , в котором поставлены неизвестные  $x_1$  и  $x_2$ , а для второго величина  $C$  подсчитана по значениям  $p_m''$  и  $t''$ , а неизвестные  $x_1$  и  $x_2$  поставлены в уравнение (B) с обратными знаками, так как (рис. 4), если для одного направления движения  $x$  положительно, то для обратного направления оно отрицательно.



Таблица значений величины С для различных  $x_{нач}$  и  $x_{кон}$

$x_{нач} \backslash x_{кон}$	1	0,95	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7	-0,8	-0,9	-1
1	0	373	490	548	593	605	611	615	617	619	620	621	622	622	623	623	623	623	623	624	624	624
0,95	—	0	117	191	220	232	238	242	244	246	247	248	249	249	249	250	250	250	250	251	251	251
0,9	—	—	0	77	103	115	121	125	127	129	130	131	132	132	133	133	133	133	133	134	134	134
0,8	—	—	—	0	26	38	44	48	50	52	53	54	54	55	55	55	55	56	56	56	56	56
0,7	—	—	—	—	0	12	18	22	24	25	26	27	28	29	29	29	29	30	30	30	30	30
0,6	—	—	—	—	—	0	6	10	12	14	15	16	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19
0,5	—	—	—	—	—	—	0	4	6	8	9	10	10	11	11	12	12	12	12	12	13	13
0,4	—	—	—	—	—	—	—	0	2,4	4	5,1	6	6,6	7,2	7,5	7,8	8,1	8,3	8,5	8,7	8,8	8,9
0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,6	2,7	3,6	4,2	4,7	5,1	5,4	5,7	5,9	6,1	6,3	6,4	6,5
0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1,1	2	2,6	3,1	3,5	3,8	4,1	4,3	4,5	4,7	4,8	4,9
0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0,9	1,5	2	2,4	2,7	3	3,2	3,4	3,6	3,7	3,8
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0,6	1,1	1,5	1,8	2,1	2,3	2,5	2,7	2,8	2,9
-0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0,5	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	2,1	2,2	2,3
-0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0,4	0,7	1	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8
-0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0,3	0,6	0,8	1	0,2	1,3	1,4
-0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0,25	0,5	0,7	0,9	1	1,1
-0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8
-0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0,2	0,35	0,5	0,6
-0,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0,2	0,3	0,4
-0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0,1	0,2
-0,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0,1
-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0

Однако подобный путь решения задачи встречает затруднение в решении уравнения четвертой степени.

Чтобы облегчить решение задачи, автором подсчитана приведенная выше таблица. В ней для различных комбинаций начальных положений цапфы ( $x_{нач}$ ) и конечных положений ее ( $x_{кон}$ ) подсчитаны значения С по уравнению (В).

Пользование таблицей таково. Так как при изменении направления движения цапфы относительно подшипника  $x_{нач}$  и  $x_{кон}$  меняются местами и по знаку, т. е.

$$x_{нач}' = -x_{кон}''$$

и

$$x_{кон}' = -x_{нач}''$$

где индексы ' и '' относятся к одному и другому направлениям движения, то подсчитанные по уравнению (Г) значения С для обоих направлений движения будут лежать симметрично относительно графа таблицы, где  $x_{нач} = -x_{кон}$  (на таблице эти графы обведены жирной рамкой). При желании получения более точных результатов цифры таблицы могут быть использованы для интерполирования.

Добавим к условиям ранее подсчитанного примера, что в обратном направлении на цапфу действует среднее давление  $p_m'' = 25 \text{ кг/см}^2 = 250000 \text{ кг/м}^2$  и что это давление действует в течение времени  $t'' = 0,02 \text{ сек}^1$ .

<sup>1</sup> Для сравнения укажем, что керосиновый двигатель трактора СТЗ имеет  $p_m' = 14 \text{ кг/см}^2$ ;  $t_1 = 0,025 \text{ сек}$ ;  $p_m'' = 21 \text{ кг/см}^2$ ;  $t'' = 0,088 \text{ сек}$ , при вязкости масла в керосиновом моторе, не пре-

Найдем теперь для различных величин зазора  $D-d$  значение  $C'$  и  $C''$  для того и другого направлений движения.

$$C' = \frac{p_m' t' (D-d)^2 - 250000 \cdot 0,02}{0,75 \cdot l^2 z \cdot 0,75 \cdot 40^2 \cdot 0,0014} (D-d)^2 = 3000 (D-d)^2.$$

$$C'' = \frac{p_m'' t'' (D-d)^2}{0,75 \cdot l^2 z} = \frac{500000 \cdot 0,06}{0,75 \cdot 40^2 \cdot 0,0014} (D-d)^2 = 18000 (D-d)^2$$

Для значений зазора от 0,01 до 0,2 мм соответственно получим

$D-d$ мм	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2
$C'$	0,3	1,2	7,5	30	120
$C''$	1,8	7,2	45	180	720

Пользуясь таблицей приближенно, найдем:

$D-d$ мм	0,01	0,2	0,05	0,1	0,2
$x_{нач}'$	-0,3	-0,3	-0,76	-0,93	—
$x_{кон}'$	-0,2	-0,1	0,35	0,70	> 1
$x_{нач}''$	0,2	0,1	-0,35	-0,70	< -1
$x_{кон}''$	0,3	0,3	0,76	0,93	—

вышающем величины  $z = 0,001 \text{ кг/см}^2$ , для СТЗ величины  $C'$  и  $C''$  приблизительно те же, что и рассчитанного примера, почему полученные результаты могут быть отнесены к СТЗ.

Отсюда для каждого случая найдем наименьшую толщину смазочного слоя:

$$h = (1 - x_{н.н''}) \frac{D - d}{2}$$

и перемещение цапфы между крайними ее положениями:

$$f = (x_{кон''} - x_{нач''}) \frac{D - d}{2} = (x_{кон'} - x_{нач'}) \frac{D - d}{2};$$

подсчеты дают:

$D - d$ мм	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2
$h$ микронов	3,5	7	6	3,5	< 0
$f$ микронов	0,5	2	28	80	> 200

Просмотрев цифры последней таблицы, нетрудно прийти к таким заключениям:

1) для определенных условий работы имеется определенный зазор, обеспечивающий максимально возможную толщину смазочного слоя; этот зазор невелик, в нашем примере—около 0,02 мм; как при увеличении, так и при уменьшении зазора по сравнению с «оптимальным» толщина масляного слоя уменьшается;

2) толщина масляного слоя невелика (в нашем примере от 3,5 микронов до 7 микронов при колебании зазора в пределах от 0,01 до 0,1 мм); поэтому для обеспечения жидкостного трения требуется высокая степень гладкости трущихся поверхностей—в нашем примере 1—2 микрона;

3) увеличенные зазоры связаны с большими перемещениями цапфы относительно подшипника, т. е. необходимость снабжать цапфу повышенными количествами смазки; в случаях, где не имеется гарантии в обеспечении цапфы смазкой в избытке (смазка разбрызгиванием), следует поэтому выполнять цапфу с возможно малым зазором; при смазке под давлением можно идти на относительно более высокие зазоры;

4) при увеличении зазора за определенный предел (в нашем случае 0,19 мм) смазка в работе выдавливается так, что происходит непосредственное соприкосновение цапфы с подшипником и работа происходит с ударом.

Перейдем теперь к примеру цилиндра.

Теория и практика (см. Фальц) показывает, что для достижения жидкостного трения у поступательно движущихся деталей (крейцкопфа, поршня) необходимо на поверхности этих деталей создать наклонные к направлению движения поверхности; только в этом случае может возникнуть жидкостное трение. Однако, как известно, на поршнях не делается наклонных поверхностей «реданов», и тем не менее износ юбки поршня обычно бывает ничтожно мал.

Объясняется это повидимому тем, что при работе двигателя происходит перемена направления действия силы, прижимающей поршень то к одной, то к другой стороне цилиндра, аналогично тому, как это разобрано выше для поршневого пальца. При этом нужно иметь в виду, что удельные давления на поршень малы, во много раз меньше, чем для поршневого пальца, почему здесь и при больших, чем у поршневого пальца, зазорах может установиться жидкостное трение.

Вместе с тем известно, что износ цилиндров происходит вследствие истирающего действия не самого поршня, но поршневых колец. Это и понятно, если учесть, что кольца прижаты постоянно к стенкам цилиндра и временами с давлениями, во много раз превышающими давление поршня.

Устройство на поршневых кольцах «реданов», которые бы способствовали созданию жидкостного трения, затрудняется тем, что при этом через кольца могут прорываться газы, и тем, что в момент наибольшего давления кольца на стенку цилиндра (мертвая точка) их поступательная скорость падает до нуля; кроме того тем, что уже при ничтожных износах колец «реданы» стираются и при наличии их затрудняется борьба с проникновением масла в рабочую камеру. До настоящего времени кольца с наклонными поверхностями не получили распространения (впрочем Форд употребляет кольца с наклонными поверхностями, но его кольца можно было бы рассматривать как реданные только для одного направления движения).

Опыт однако показывает, что повышением точности геометрических размеров цилиндров и их гладкости степень износа его уменьшается и вместе с этим уменьшается проникновение масла в рабочее пространство и расход смазки. Объяснить это можно тем, что чем глаже поверхности цилиндров, тем меньше они подвергаются действию коррозии, тем меньше причин и для механического истирания (высоты неровностей легче разделяются тонкой пленкой масла, они не так глубоко проникают друг в друга). Уменьшение же расхода масла происходит вследствие прилегания колец к стенкам цилиндра и лучшему их соскабливающему действию.

Упомянутый выше К. W. Соппог приводит в своем докладе случай из практики, когда простое изменение силы затяжки болтов крепления головки цилиндра на 20% увеличивало расход смазки вследствие искажения размеров цилиндра—

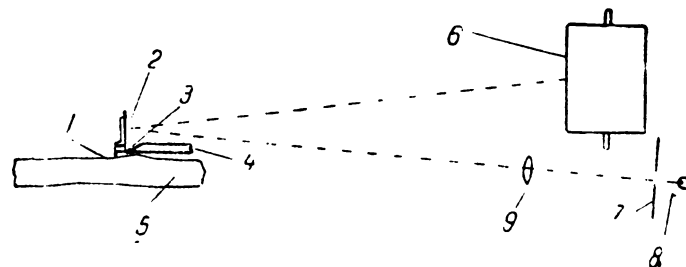


Рис. 3.

с 650 километров на литр до 280 км на литр масла. Таким образом и для повышения износоупорности рабочей поверхности цилиндра, и повышения прочих эксплуатационных качеств необходима высокая точность обработки. Правда, мы пока не можем даже приблизительно, как мы это сделали для вращающейся цапфы и для поршневого пальца, подсчитать эту точность, однако общие соображения и данные опыта об этом свидетельствуют с очевидностью.

В связи с изложенным выше необходимо еще остановиться на двух вопросах: на методе оценки гладкости поверхностей и на контроле вязкости масла в эксплуатации.

Гладкость поверхности, как это видно из предыдущего, имеет чрезвычайно важное значение для работоспособности деталей. До недавнего времени однако оценка гладкости производилась очень примитивно и методами, вносящими субъективный элемент оценщика. В последнее время появилась специальная аппаратура, дающая возможность точной и объективной оценки

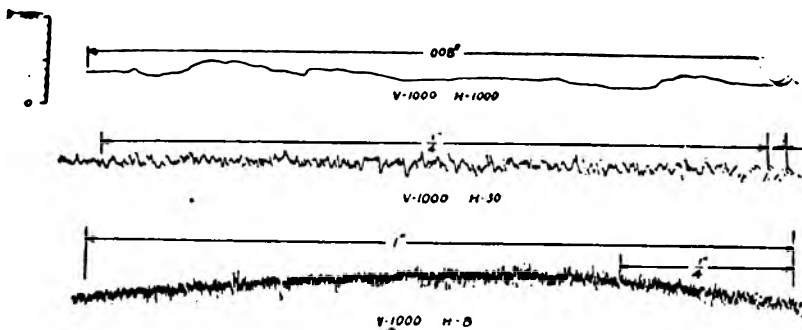


Рис. 4.

гладкости поверхностей. Так, научными работниками Мичиганского университета E. I. Abott и F. A. Fivestone разработана конструкция прибора, названного «Профиллограф». На рис. 3 представлена схема прибора. Каретка, на которую кладется испытуемый образец, связана в своем движении кинематически с вращением барабана, на котором помещена фотобумага таким образом, что перемещения каретки записываются на барабане с увеличениями до 1000 раз (в зависимости от отношения передаточных шестерен кареткой и барабаном).

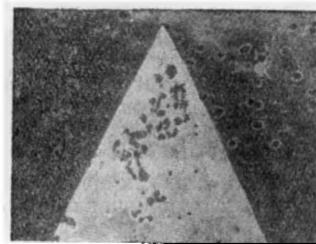


Рис. 5.

Вертикальные перемещения луча света, соответствующие неровности поверхности образца, записываются с увеличениями в 2000 раз. При таком масштабе увеличения отклонению в один миллиметр соответствует высота неровности в полмикрона, т. е. этого увеличения достаточно, чтобы фиксировать неровности и наиболее гладко обработанных поверхностей. Горизонтально увеличение выбирается обычно меньше вертикального, с тем чтобы можно было обследовать сколько-нибудь значительную длину образца (обычное горизонтальное увеличение—восемь, см. рис. 6, 7 и 8). При этом только следует иметь в виду, что вследствие разности вертикального и горизонтального масштабов форма профиля поверхности искажается, неровности кажутся круче, чем они есть на самом деле (рис. 4).

Для возможности фиксировать самые мелкие неровности, скользящее по поверхности острие должно быть чрезвычайно остро и не снашиваться. Для этого острие делается из алмаза;

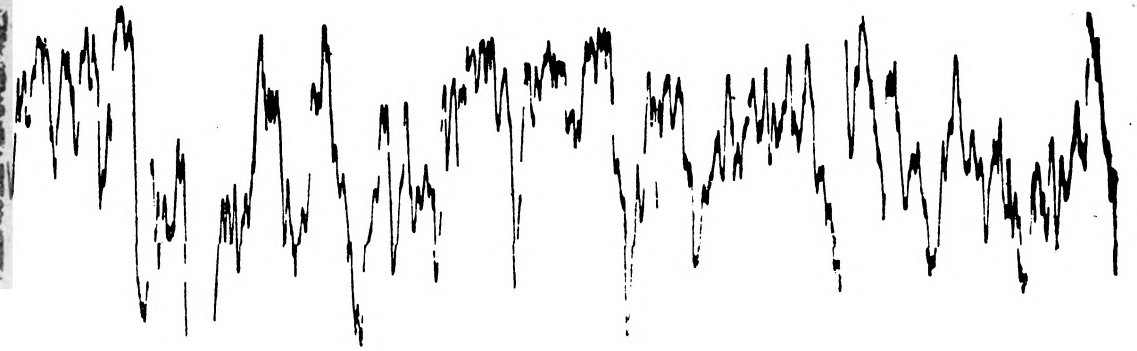


Рис. 6

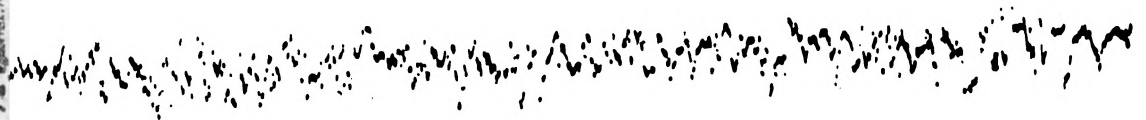


Рис. 7

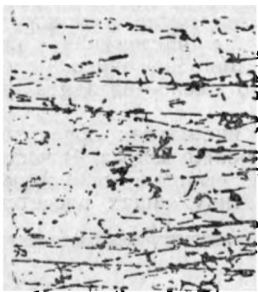


Рис. 8.

фотография его с увеличением в 1000 раз представлена на рис. 5.

Отдельные примеры записи—«профиллограммы»—представлены на рис. 6, 7 и 8.

#### Контроль вязкости масла

Значение вязкости масла для правильной работы машины со всей очевидностью вытекает из предыдущего. С понижением вязкости ниже определенного предела нарушается жидкостное трение, а значит, начинает происходить износ деталей (этим между прочим объясняется особенно большой износ керосиновых моторов, где смазка быстро и в большой степени разжижается керосином); с повышением вязкости выше нормы происходят ненужные потери на трение и возникает опасность нагрева деталей.

Поэтому очень важно пользоваться маслом с определенной вязкостью. Определение вязкости в лабораториях производится по времени истечения масла через калиброванные отверстия вискозиметров (Энглера, Сейбольда). Однако очень важно иметь представление о вязкости масла в каждый момент эксплуатации с тем, чтобы при падении ее ниже допустимых пределов вследствие разжижения и «стирания», произвести в нужный момент его обновление.

В связи с этим интересно отметить, что некоторые фирмы начали ставить особые вискозиметры на самом моторе<sup>1</sup>. Эти вискозиметры отмечают простым передвижением стрелки по циферблату вязкость масла, что дает в руки водителя машины простое и удобное средство, как для подбора наиболее подходящего качества масла, так и для определения момента, когда необходимо производить его обновление. При наличии подоб-

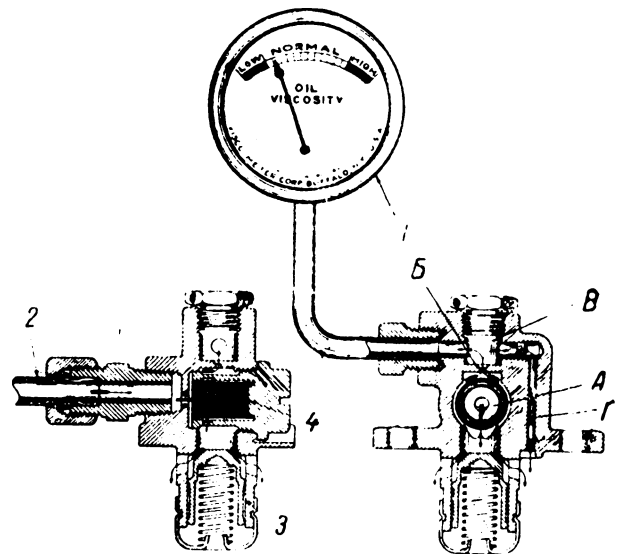


Рис. 9

ного вискозиметра можно организовать действительно рациональную систему смазочного хозяйства, не рискуя в то же время долговечностью машины.

На рис. 9 представлен вискозиметр, устанавливаемый на дизель-моторе Геркулес (фирмы Visco-meter corp., Buffalo, M. I., U. S. A., патент RE 17841).

Работает этот вискозиметр следующим образом.

<sup>1</sup> Этот вопрос освещался на страницах журнала «Мотор», см. № 9—10 за 1930 г.

Масло из напорной масляной магистрали мотора проходит сетчатый фильтр и попадает в камеру А, где, благодаря наличию клапана, находящегося под воздействием эластичной пружины, и устанавливается постоянное (практически) давление. Из камеры А масло проходит через калиброванное отверстие В в камеру В и оттуда обратно в картер мотора через тонкую трубку Г. В зависимости от вязкости масла в камере В устанавливается давление, отмечаемое манометром, разградуированным на вязкость.

Каким образом по давлению в камере В можно судить о вязкости масла, становится понятным из следующих пояснений.

Между количеством масла  $q$ , протекающим в единицу времени через узкую трубку Г, давлением  $p_0$  в камере В, под которым истечение происходит, и вязкостью масла  $z$  существует соотношение (закон Пуазейля):

$$z_1 = C_1 \frac{p_0}{q} \quad (E)$$

где  $C_1$  — коэффициент, зависящий от размеров трубки Г.

В то же время истечение масла через калиброванное отверстие В подчиняется закону:

$$z_2 = C_2 \frac{p_1 - p_0}{q} \quad (Ж)$$

или аналогичной зависимости со степенным показателем при  $p - p_0$ , где  $C_2$  — коэффициент, определяемый размером и формой отверстия В, а  $p_1$  — давление в камере А.

Взяв оси координат (рис. 10)  $p_0$ ,  $z$ , пользуясь двумя написанными уравнениями и давая  $q$  различные значения, получим два пучка прямых (или кривых), соответствующих уравнению (Е) и уравнению (Ж). Очевидно, что точки пересечения двух прямых пучков для одного и того же  $q$  устанавливают зависимость величины давления  $p_0$ , показываемого манометром от данной величины вязкости  $z$ . Соединяя точки пересечения прямых, одинаковых  $q$ , получим искомую зависимость, на которую и должен быть разградуирован манометр.

Конечно, законы истечения из калиброванного отверстия трубки и давление в камере А подбираются так, чтобы получить достаточно крутое протекание кривой зависимости  $p_0$  от  $z$ .

Большое и быстрое возрастание нашего авто-тракторного парка, требующего все большего и большего количества запчастей; рациональное использование этого парка; необходимость перехода на дизель-моторы с большими нагрузками в деталях — со всей остротой выдвигают необходимость решения проблемы износа. А для этого, как вытекает из всего предыдущего, необходимо:

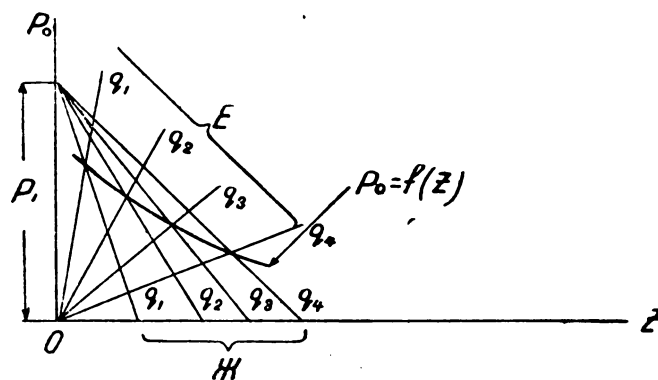


Рис. 10.

Во-первых, перейти в производстве на более высокий класс точности, приближающийся к современному американскому. Для этого нужно прежде всего в нашем техническом и рабочем персонале воспитать сознание безусловной необходимости этих точностей и вооружить завод соответствующими инструментами и приборами. Станочное оборудование американских заводов, на котором получают высокие точности, во многих случаях не лучше, а иногда и хуже оборудования наших авто-тракторных заводов. Поэтому для освоения новых высоких точностей не требуется обновления оборудования. Правда, в отдельных случаях для освоения новых технологических процессов это сделать будет необходимо. Во-вторых, рационализировать смазочное хозяйство, как-то:

а) Уточнить наши стандарты масел и обеспечить выпуск нефтяной промышленностью кондиционных масел; в настоящее время это бывает не всегда так, и несомненно большую вину в повышенном износе нашего авто-тракторного парка следует отнести на долю нефтепромышленности. Из предыдущего со всей очевидностью было видно, какое колоссальное значение имеет даже только одна характеристика масла — его вязкость. Вопрос качества масел должен быть поставлен и решен во всей полноте.

б) Наладить рациональную смену масла в моторе при эксплуатации. С этой целью было бы чрезвычайно необходимо снабжать моторы вискозиметрами подобно описанным; для экономии масла при более чистой его смене — наладить его регенерацию.

в) В научно-исследовательских институтах организовать планмерное и глубокое изучение проблем износа. В частности, поставить лабораторную проверку выводов гидродинамической теории смазки, внедряя ее в практику наших расчетов.

## Износы коленчатых валов

Инж. С. А. ЛАПТЕВ

В процессе работы трущиеся детали автомобиля, как и всякой другой машины, изнашиваются, вследствие чего теряют свою первоначальную форму и свои рабочие качества.

Создание рациональных, долговечных и надежных конструктивных форм должно иметь своей предпосылкой тщательное экспериментальное исследование износа и факторов, на него влияющих. Первичной стадией изучения обычно являются опыты, поставленные в такой форме, чтобы последовательным устранением или уравниванием всех факторов, кроме одного изучаемого, исчерпывающе выяснить влияние каждого из них. Такие испытания производятся на специальных станках, позволяющих варьировать, с одной стороны внешние факторы, как скорость, скольжение, удельное давление на поверхность трения, смазку, тепловой режим и т. д., а с другой — качества компонентов трения — род металла, твердость, структуру поверхностей и т. д.

Такого рода лабораторные испытания, позволяя получить весьма ценный материал, обладают серьезным недостатком.

Дело в том, что условия работы испытываемой пары в лабораторной установке значительно отличаются от тех условий, которым будет подвергаться деталь, смонтированная на машине.

Выводы, сделанные на основании лабораторных опытов, могут не подтвердиться на практике, вследствие того, что не были учтены специфические факторы, сопровождающие рабочие условия эксплуатации детали. Поэтому необходимым продолжением в процессе экспериментирования является перенесение испытываемой детали (или материала) из искусственно созданной обстановки в естественную.

Применительно к коленчатым валам, этот этап будет соответствовать испытанию двигателя на тормозном станке (при различных режимах). Испытанию вала на работающем моторе может предшествовать испытание отдельно выполненных цапф в подшипниках. При этом устраняются факторы, вызывающие неодинаковость износа шеек одного и того же вала, как-то: кинематические и динамические свойства кривошипного механизма, неравномерность работы цилиндров, разность количеств подводимой смазки, несовпадение геометрических осей коренных шеек вала, вызывающее изгиб его при затяжке подшипников, и т. д.

Наконец, заключительной стадией испытания коленчатых валов будет проверка их в эксплуатации на автомобиле. Здесь для получения результатов, на основе которых может быть составлено определенное суждение о качествах валов, необходима такая система организации испытаний, чтобы получить возможность сравнения экспериментируемых валов с теми, качества которых известны и могут служить критерием. Испытания могут быть организованы в виде пробегов, что позволяет провести их в желательных дорожных условиях в сжатые сроки, для скорейшего получения результатов. Испытания в эксплуатационных условиях, сводящиеся к периодическому техническому наблюдению за машинами, представляют значительно меньшие удобства, но в силу своей рентабельности, особенно при большом количестве испытываемых объектов, часто предпочтительнее пробегов. Однако даже при хорошо налаженной эксплуатации разница в длительности эксперимента получается весьма заметной (в 1,5—2 раза). Необходимо отметить, что полная естественность об-

становки работы придает эксплуатационным испытаниям определенные специфические качества, которые не следует недооценивать.

Количество экспериментальных объектов должно быть достаточно велико, так как иначе случайные обстоятельства могут не только повлиять на результаты испытаний, но и совершенно исказить их.

В результате экспериментирования по одному из вышеупомянутых методов выявляется картина изменения рабочих поверхностей шеек вала как со стороны количественной (абсолютная величина износов), так и со стороны качественной. Под качественной стороной подразумевается размещение износов на поверхности шеек.

В обоих случаях должен быть исследован характер развития дефекта, как функции километража, пройденного автомобилем. Это весьма важно для определения срока службы детали.

Изложенные соображения могут быть взяты за основу при разработке методологии проведения испытаний. Практически испытания осуществляются путем систематических разборок через определенные интервалы, осмотров, анализов (например масла, топлива) и обмеров деталей. Перед разработкой весьма желательна производить выслушивание и опробование мотора на ходу для того, чтобы уловить внешнее проявление дефектов деталей или механизмов. Эти дефекты могут быть обнаружены при последующей разборке и отразиться на работе и состоянии мотора.

Одним из серьезнейших вопросов, которые приходится решать при организации испытаний, является выбор величины интервалов между микрометражами. Если по условиям испытания нежелательно нарушать нормальный эксплуатационный режим машины, можно микрометражи приурочивать к ремонтам мотора (или подтяжкам подшипников), если ремонты производятся по нормам на основе жесткого графика. Если же норм межремонтных пробегов не имеется, то, установив для нескольких экспериментальных машин различные интервалы и сравнив в дальнейшем состояние валов и подшипников (при прочих равных эксплуатационных условиях), можно найти оптимальные сроки профилактики (подтяжка подшипников) и ремонта (шлифовка шеек и перезаливка подшипников) мотора.

Величина интервалов зависит от степени изнашиваемости деталей, и чем долговечнее деталь, тем больше можно делать интервалы. Желательно однако, чтобы на протяжении срока работы детали до смены или ремонта (связанного с изменением обмеряемых размеров) иметь не менее 3—4 микрометражей. Часто практикуются интервалы длительности в 10, 15 или 20 тыс. км.

### Производство микрометража

Первичный обмер вала должен производиться перед постановкой его на мотор, т. е. перед сборкой, так как это дает возможность точно подсчитать полный износ детали. Иногда первичный замер делается после обкатки (обычно на дистанции от 500 до 1000—1200 км).

На наш взгляд это не вполне рационально по следующим причинам. Срабатывающийся при обкатке слой металла не настолько мал, чтобы им пренебрегать при подсчете износа.

Кроме того, полная приработка сопряженно-работающих деталей, зависящая от обработки, механических качеств материала деталей, смазки и проч., обычно достигается после пробега, значительно превосходящего упомянутые цифры, что делает малообоснованным производство первичного обмера при этом километраже. Лишь весьма грубая обработка поверхностей, препятствующая производству точного обмера (например ручная шабровка подшипников) делает предварительную обкатку необходимой, но этот случай является скорее исключением, чем правилом.

Рассмотрим теперь вопрос об установлении пунктов замера на шейках коленчатого вала. Как уже упоминалось выше, производимые замеры должны дать по возможности полную картину расположения износов по поверхности шеек и величину износов. В общем случае, при износе форма шейки из цилиндрической<sup>1</sup> (в пределах заводских допусков на неточность обработки) превращается в неправильную.

Наиболее наглядным способом обмера, обладающим к тому же достоинством непрерывности показаний, является индигирование. Однако индикатор, смонтированный независимо от вала, дает возможность определить лишь отклонение шейки от цилиндрической формы, но не ее диаметр. При этом неточность (несовпадение осей, биение шеек) настолько искажает показания, что делает этот способ неприемлемым.

Специальные приборы в виде скобы с микрометром и индикатором, крепящейся непосредственно на измеряемую шейку, не получили еще у нас распространения. Поэтому обмер производится с помощью обычного микрометра. Его недостаток в том, что он не дает возможности определить эксцентricность износа.

Изменение шеек определяется микрометром путем замера диаметров в ряде пунктов, расположенных по определенной

системе. Чем больше число пунктов замера, тем полнее картина износов.

Опыт показал, что шейки коленчатых валов, срабатываясь, овализируются со временем и кроме того приобретают коническую или бочкообразную форму (последнее относится главным образом к длинным шейкам).

Задача экспериментатора—выработать такую систему обмера, которая при минимальном числе пунктов дала бы возможность уловить основные характерные моменты изменения формы шеек и выявить необходимые параметры для анализа этого явления. Понятно, что система обмеров не может быть одинаковой для всевозможных коленчатых валов и должна видоизменяться применительно к их конструкции.

Если вал какой-либо конструкции подвергается длительному, подробному исследованию, целесообразно, задавшись первоначальной ориентировочной системой с большим числом пунктов замера, переработать в дальнейшем, по мере накопления данных, систему, отбросив точки, оказавшиеся нехарактерными, и слегка переместив, если нужно, оставшиеся точки. Обмеры шеек координируются по так называемым поясам и направлениям. Под словом «пояс» подразумевается окружность, образованная пересечением поверхности шейки с плоскостью, перпендикулярной ее оси.

Может быть установлено два пояса для коротких шеек: шатунные и обычно—часть коренных. Введение добавочных поясов по середине этих шеек, как показала проверка, не является необходимым.

Длинные шейки (например 1, 4 и 7 у валов ЗИС) обмериваются по трем поясам, из которых один посередине и два на расстоянии 12 мм от обработанной поверхности шеек. Такое расположение крайних поясов соответствует местам наибольшего износа на поверхности шейки.

Средний пояс относится к менее изношенной части шейки, расположенной против смазочной канавки на подшипнике (например, в конструкции ЗИС).

Счет шеек (шатунных и коренных отдельно), а также нумерация поясов ведется, начиная от переднего конца вала. Что касается направлений или плоскостей, в которых обмеряется каждая шейка по установленным поясам, то число их определяется желательной степенью полноты картины распределения износов по окружности шейки. Минимальным числом направлений, вообще говоря, является одно, которое необходимо и достаточно в том случае, если износ происходит равномерный, т. е. шейка не овализируется.

Так как в действительности этого не бывает и овализация неизбежно имеет место, необходимо для ее выявления производить замер не менее, чем в двух взаимоперпендикулярных направлениях. При этом направления должны по возможности совпадать с главными осями эллипса шейки. Иногда замеры производятся в плоскости кривошипов и перпендикулярной ей, считая, что оси эллипса расположены приблизительно в этих направлениях. В отношении шатунных шеек это более или менее справедливо; к коренным же шейкам этот упрощенный способ может быть применен только для валов четырехцилиндровых моторов. В силу этого иногда применяется метод, при котором, кроме основных замеров в плоскости кривошипа и ей перпендикулярной, отыскиваются еще максимальный и минимальный диаметры (с указанием их расположения).

Большая затрата времени микрометражом на отыскание максимума и минимума, условность ориентировки направлений, которая обычно производится на глаз, и неудобства при обработке полученного таким образом материала—заставляют отказаться от такого способа.

Наиболее приемлемой представляется система, при которой замеры производятся в нескольких, расположенных через равные углы, плоскостях, причем число плоскостей, в зависимости от конструкции вала и диаметров шеек, может быть 4, 6, 8.

В результате обработки полученных таким образом данных автоматически определяется величина и расположение эллипса, характер износа и прочие требуемые параметры. Выбор числа плоскостей производится из следующих соображений.

Практически вполне достаточным является наличие четырех плоскостей, т. е. через каждые 45°. Три плоскости не дают возможности найти эллипс, так как нет взаимно-перпендикулярных замеров. Шесть плоскостей целесообразно применять при испытаниях, требующих особой тщательности и подробности (а также при диаметрах шеек выше 80—100 мм).

При восьми плоскостях точки установки микрометра лежат слишком близко одна от другой, что не дает почти никаких практических преимуществ, процесс же обмера становится весьма длительным.

Для записи замеров в микрометражную карту необходимо обозначить плоскости, для чего они нумеруются по порядку в направлении вращения часовой стрелки. У шатунных шеек плоскость, горизонтальная при положении каждого данного колена кривошипа, в верхней мертвой точке обозначается номером 1. У коренных шеек плоскости ориентируются таким же образом по колену, лежащему за данной коренной шейкой. Очевидно исключение составит последняя коренная шейка, ориентируемая по лежащему впереди нее колену.

<sup>1</sup> Подразумевается прямой круговой цилиндр.

**Примерная форма микрометричной карты**  
(Для вала 6-цилиндрового мотора на 7 коренных подшипниках—типа ЗИС-5)

Учреждение, производящее испытание:  
Фамилия микрометрижиста:  
Дата: Температура воздуха:

№ вала:  
№ мотора:  
№ шасси:

Гаражный № машины:  
Пробег в км:

№№ шеек	№№ поясов	Плоскости (направления) замеров				Примечания	Расположение осей эллипса шеек		Эллипсы по поясам мм	Средний эллипс шейки Фактор искажения	Средний конус шейки Максим. конус шейки	Средние диаметры по поясам	Износы по поясам	Средние диаметры шеек		Максимальн. диаметры шеек
		I (гориз.)	II (45°)	III (вертик.)	IV (135°)		Большая ось (D <sub>max</sub> )	Малая ось (D <sub>min</sub> )						Средние износы шеек	Максимальн. износы шеек	
Шатуновые шейки	1	I							Ср. эллипс	Ср. конус				Ср. диам.	Мин. диам.	
		II							Фактор иск.	Макс. кон.			Ср. износ	Макс. износ		
	2	I							Ср. эллипс	Ср. конус				Ср. диам.	Мин. диам.	
		II							Фактор иск.	Макс. кон.			Ср. износ	Макс. износ		
	3	I							Ср. эллипс	Ср. конус				Ср. диам.	Мин. диам.	
		II							Фактор иск.	Макс. кон.			Ср. износ	Макс. износ		
4	I							Ср. эллипс	Ср. конус				Ср. диам.	Мин. диам.		
	II							Фактор иск.	Макс. кон.			Ср. износ	Макс. износ			
5	I							Ср. эллипс	Ср. конус				Ср. диам.	Мин. диам.		
	II							Фактор иск.	Макс. кон.			Ср. износ	Макс. износ			
6	I							Ср. эллипс	Ср. конус				Ср. диам.	Мин. диам.		
	II							Фактор иск.	Макс. кон.			Ср. износ	Макс. износ			
Среднее по валу									Ср. эллипс Фактор иск.	Ср. конус Макс. кон.			Ср. диам. Ср. износ	Мин. диам. Макс. износ		
Коренные шейки	1	I														
		II														
		III														
	2	I														
		II														
	3	I														
		II														
	4	I														
		II														
		III														
	5	I														
		II														
	6	I														
		II														
7	I															
	II															
	III															
Среднее по валу																

Как уже упоминалось ранее, попутно с микрометром производится осмотр шеек и подшипников, состояние которых фиксируется в примечаниях к протоколу замеров. В случае наличия на поверхности шеек царапин, задиров и прочих дефектов, а также смазочных отверстий, препятствующих производству точного замера, допускается смещение микрометра, с ссылкой на это в примечании. В тех случаях, когда смещение не достигает цели, замер в данной точке не производится совсем.

Для обеспечения необходимой точности инструмент (микрометр) необходимо проверять перед обмером каждого вала по стержневым калибрам, соответствующим тем диаметрам шеек, для микрометра которых данный инструмент наиболее часто используется (чем учитывается возможный местный износ микрометрического винта).

В свою очередь стержневые калибры проверяются по плиткам Йогансона. Микрометр желательно производить при температуре около 20° Ц.

Впрочем неточность, возникающая при замерах при другой температуре, отличающейся от указанной на ± (5—10)° Ц не велика и не выходит за пределы точности измерений, но при неизменном условии, чтобы температура вала и микрометра была одинакова. Учитывая это, не следует производить микрометр, например, холодного вала в теплом помещении, или наоборот, а также по возможности уменьшать нагрев инструмента, изолируя его нетеплопроводным материалом от рук работающего. При разнице температуры в 15° Ц и диаметре шейки 60 мм, ошибка получается около 0,01 мм.

Точность же работы исправного микрометра при умелом обращении составляет не менее 0,003—0,005 мм.

### Обработка результатов микрометража

В настоящее время обработка микрометражных данных производится различными способами, что мешает произвести сопоставление результатов и обобщить таким образом ценный опыт, полученный в нескольких местах, в разнообразной обстановке.

Метод обработки должен быть таким, чтобы, во-первых, выявить характер и величину износа каждой шейки в отдельности, во-вторых, уловить на основе этого, если возможно, закономерность изменения формы шеек по всему валу в целом, и в-третьих, дать параметры для сравнения между собой качеств нескольких валов.

Надлежит установить, какие параметры могут быть использованы для перечисленных целей, и проанализировать, в каком соотношении между собой находятся эти параметры, и какие из них являются наиболее показательными, наиболее полно характеризующими изменение рабочих качеств вала в процессе износа.

Рассмотрим эти параметры.

**Эллипс.** Эллипсом (или овалом) принято называть разность между максимальным и минимальным диаметрами шейки в каждом рассматриваемом сечении (поясе). Обычно эти диаметры лежат во взаимноперпендикулярных плоскостях, что соответствует более или менее правильной овализации. Иногда, при сильном нарушении формы шейки, максимальный и минимальный диаметры уже не перпендикулярны друг к другу, а наклонены под некоторым углом. Взявши среднее арифметическое из величин эллипсов в каждом из поясов одной шейки вала, получим **средний эллипс данной шейки.**

Параметр этот, так же как и предыдущий, **точного** геометрического смысла не имеет, так как в общем случае и максимальные и минимальные диаметры поясов могут располагаться в разных плоскостях. Практически, особенно у шатунных шеек, овализация происходит так, что большие оси эллипсов располагаются примерно в одной плоскости, малые оси—в другой. Угол между плоскостями—90°.

Идя далее, получаем **средний эллипс шеек вала** (шатунных и коренных отдельно), как среднее арифметическое поясных эллипсов по всему валу, или средних эллипсов каждой шейки. С точки зрения влияния на рабочие качества вала, эллипс является дефектом опасным, так как сильно отражается на сроке службы подшипников. При большом эллипсе требуется частая подтяжка подшипников, сказывающаяся на рентабельности машины в эксплуатации. Но и подтяжка в этом случае не достигает цели, так как люфт появляется вновь очень скоро и возникает опасность «стука» и выплывания подшипников. Предельной считается величина эллипса 0,05—0,08 мм (0,002—0,003"), при которой необходим ремонт шеек.

**Конус.** Термин «конус» применяется, как условная характеристика сужения одного конца шейки по отношению к другому.

Конус, как разность диаметров двух поясов, может быть определен в каждой плоскости. Среднее из них дает некоторый **средний конус шейки.**

Таким же образом находится и **средний конус шатунных или коренных шеек по валу в целом.** У длинных шеек, приобретающих при износе бочкообразную или волнистую форму, нахождение конуса не производится. Как дефект, конус не оказывает сильного влияния на подшипники.

**Фактор искажения.** Параметр, который можно назвать фактором искажения цилиндрической формы шейки, представляет разность максимального и минимального диаметров шейки вала. Если  $D_{max}$  и  $D_{min}$  лежат в одной плоскости, геометрический смысл фактора искажения  $\Delta = D_{max} - D_{min}$  будет представлять собой конусность шейки. Если же эти диаметры окажутся в одном поясе,—разность их даст величину эллипса.

Параметр  $\Delta$  представляет интерес постольку, поскольку он с известным приближением равен толщине слоя металла, который нужно снять при ремонте изношенной шейки для прида-

ния ей цилиндрической формы. Если износ шейки происходит симметрично ее оси, то  $\Delta$  соответствует толщине снимаемого слоя на диаметр. Если же шейка изнашивается эксцентрично, больше с одной стороны, то шлифоваться должен слой  $\Delta$  на сторону, т. е. на диаметр  $2\Delta$  (приблизительно).

Параметр особенно ценен, когда приходится сравнивать состояние нескольких изношенных валов, первоначальные диаметры шеек которых неизвестны. При этом предварительно поддается, как среднее арифметическое, средний фактор искажения всего вала, отдельно для коренных и шатунных шеек.

**Величина износов.** Рассмотренные выше параметры относятся главным образом к качественной стороне износа и лишь косвенно—к количественной.

Оценка количественной стороны производится путем сравнения первичных замеров шеек с последующими. В виду неправомерности формы изношенной шейки—единого показателя, характеризующего износ, быть не может. Основными параметрами, служащими для этой цели, являются следующие: **средний износ шейки**, определяемый как разность среднего диаметра шейки при первичном замере и среднего диаметра при последующем замере. Под средним диаметром шейки подразумевается среднее арифметическое всех замеренных диаметров ее (например при 2 поясах и 4 направлениях—среднее из 8 замеров). Средний износ приблизительно пропорционален количеству металла, стертото с поверхности шейки при износе.

**Средний износ по валу**—как среднее арифметическое средних износов соответствующих шеек.

**Максимальный износ шейки**—принятый (условно) равным разности максимального диаметра шейки при первичном замере и минимального диаметра той же шейки при последующем замере. Этот параметр приблизительно дает понятие о величинах ступеней ремонтных размеров шеек (в сторону преуменьшения, так как неучтенными остаются эксцентricность износа и припуски на обработку).

**Средний максимальный износ по валу** находится обычным способом (среднее арифметическое).

Помимо перечисленных параметров, представляющих некоторые **средние величины**, весьма ценным и интересным материалом являются величины **разбегов** по каждому из этих показателей в пределах исследуемого вала. Например, имея в добавление к значению среднего эллипса шатунных шеек вала минимальный и максимальный из средних эллипсов шеек, можно судить о неравномерности износов и разных колен вала и о том, насколько показательная и реальной может считаться средняя величина эллипса.

Запись микрометражных данных производится в таблице, в которой по вертикали идет нумерация шеек и поясов, а по горизонтали—графы плоскостей (направлений), замеров и примечания. Кроме того, в заголовочной части таблицы указываются: номер вала, номер мотора, гаражный № машины, дата, километраж пробега машины и температура помещения, а также фамилия лица, производившего обмер.

Карта результатов обработки, имея по вертикали ту же форму, что и микрометражная, по горизонтали содержит следующие графы: плоскости расположения наибольшего и наименьшего износа в каждом поясе, эллипсы по поясам, средние эллипсы шеек, средние конусы шеек, факторы искажения шеек, средние диаметры по поясам, средние диаметры шеек, средние износы шеек, минимальные диаметры шеек, максимальные износы шеек. Внизу каждого столбца выводится среднее значение по валу.

Каждый из интересующих исследователя параметров может быть изображен графически, как функция километража или числа часов работы машины. График же может быть использован для большей наглядности при сравнении нескольких валов между собой.

Заканчивая на этом рассмотрение затронутых вопросов методики испытания валов, необходимо отметить, что изучение износов, как правило, должно производиться совместно на обоих компонентах фрикционной пары, так как основные факторы износа зависят не только от индивидуальных качеств валов и подшипников, но в большей степени и от их обоюдного влияния при совместной работе.

# Баббит типа „Бондрат“ в авторемонтном деле

Инж. Г. Г. ДЕВЯТКИН

Мощное развитие всех отраслей народного хозяйства СССР и в частности автомобильного транспорта чрезвычайно остро поставило вопрос о замене дорогостоящего баббита марки Б-1, в который входит 83% олова, в основном ввозимого к нам из-за границы.

Исследовательская работа по антифрикционным сплавам проводится специалистами не только у нас, но во всем мире. Стимул к переходу на более дешевые свинцовые сплавы в капиталистическом мире диктуется в основном диаметрально противоположными интересами с нашими и направлен на увеличение нормы прибыли, усиление конкурентной способности и т. д. Еще в военное время в Германии был найден сплав, названный «звучащим свинцом», являющийся по химическому анализу свинцом с незначительными добавками, но обладающий в определенных условиях работы значительной твердостью и достаточной антифрикционностью. В настоящее время германские научные работники дали несколько типов свинцовых баббитов, как-то: кальциевонатриевый—«Bahumetall» и мышьяково-кадмиевые типы—«Bondrat».

Кальциевонатриевый баббит, содержащий более 98% свинца, имеет ряд крупных недостатков, как-то: легкую выгораемость CaNa при переплавке, после чего он превращается в чистый свинец, неустойчивую антифрикционность при нагревании и тяжелой работе подшипника, слабое приставание при заливке к крышке и вкладышу подшипника, в силу чего необходимо его дополнительное механическое крепление. Все это дает пока возможность использовать его лишь для механизмов, работающих на небольших оборотах.

Мышьяково-кадмиевые баббиты типа «Bondrat» по своему антифрикционному свойству на больших скоростях дали вполне положительные результаты и показали полную возможность их применения для работы на больших скоростях, т. е. в подшипниках автомобильных двигателей. Мышьяково-кадмиевые баббиты у нас изучены еще очень мало, и этот вопрос в настоящее время разрабатывается рядом наших научных организаций. Имевшиеся положительные данные в работе этих баббитов поставили на очередь вопрос о замене ими высокооловянистых баббитов марки Б-1, и наш эксплуатационный автомобильный парк уже сейчас поставлен перед необходимостью практического применения баббитов типа «Bondrat».

Отсутствие в автохозяйствах опыта по технологической обработке баббитов типа «Бондрат», отсутствие твердых инструкций по его применению, резкая неравномерность его химического состава в продукции наших заводов вызывает неумение к нему примениться автохозяйствами и ставит их подчас в беспомощное положение при производстве ремонта двигателя. Одновременно имеется громадный процент бесполезной порчи бондрата и неправильная заливка подшипников, результатом чего является низкое качество ремонта, быстрый выход из строя

агрегатов, зачастую с большими дефектами, как-то: задранными цилиндрами блока, погнутыми шатунами и проч.

Отсутствие этого опыта и у наших основных автозаводов, как Ярославского, который до настоящего времени не употребляет баббита типа «Бондрат» и никакой исследовательской работы в этой области не ведет, завода им. Сталина, который только приступает к этой работе в порядке эксперимента с применением этого вида баббита на 24 шт. пробных машин, руководствуясь предварительной и неуточненной инструкцией Гинцветмета, небольших экспериментов Горьковского автозавода—заставляет предпринять проработку этого вопроса на основе еще очень небольших результатов исследовательской работы нескольких организаций. Материалы, послужившие к разработке указанной темы, взяты из результатов проделанной исследовательской работы лабораторией завода «Красный путиловец»; из работ проф. А. К. Зайцева; из исследований, произведенных Ленгр. металл. институтом «Сталь»; из инструкции Наркомхозов; из данных работы по изысканию антифрикционных сплавов для дизельстроя; из материалов Горьковского автозавода; из результатов практического применения этого баббита авторемонтным заводом Транспортного управления Ленсовета, ГАРЗом № 3, ГАРЗом № 10, механо-сборочным цехом № 1 завода «Красный путиловец» и из непосредственных наблюдений и проработки этого вопроса в цехах завода «Красный путиловец» и ГАРЗ № 3.

## Механические свойства баббита

Баббитом называются сплавы, обладающие антифрикционными свойствами, назначение которых максимально уменьшить трение в трущихся частях, как-то: шейках и цапфах коленчатого вала и проч. В основном баббит предназначен для заливки вкладышей подшипников и служит для предохранения от быстрого износа ответственных вращающихся деталей машин. Впервые такой сплав, состоящий из олова, меди и сурьмы, был применен в 1839 г. Баббитом и, в последующем, под этим наименованием эти сплавы нашли широкое применение в промышленности. Научное обоснование основных свойств баббитов дал в 1892 г. французский ученый Шарпи, и это обоснование известно как «правило Шарпи».

По правилу Шарпи, баббит должен иметь мягкую основу с вкрапленными в нее твердыми иглами, т. е. баббит должен представлять сплав из двух, трех и более разнородных составляющих. Вкрапленные твердые точки при работе принимают на себя всю нагрузку от давящих на нее цапф и шеек коленчатого вала и передают эту нагрузку на всю массу основы, а через нее на все гнездо или вкладыш подшипника. Отдельные точки, принимая на себя перегрузку, вдавливаются в мягкую основу и тем выравнивают распределение нагрузки на весь под-

Характеристика стандартных и новых баббитов

Таблица 1

Марка баббита	Химический состав						Твердость по Бринелю (литой)	Сжатие пред. пропорц. кг/см <sup>2</sup> при темп. 1°
	Sn	Sb	Cu	As	Cd	Pb		
Б-1	остальн. 82,6	11—12 11—3	5—6 5—6	—	—	—	28,5—34,8	765
Б-2	15—16 15—03	15—16,5 14,25	2,5—3 2,6	—	—	остальн. 66,81	34,8—36,9	840
Б-3	12—15 13,30	13—15 14,32	2,5—3 2,04	—	—	остальн. 70,3	32,4—34,8	853
Б-5	— 2,90	16—18 15,8	1,2—1,7 1,50	—	—	остальн. 81,6	22,6—26,2	208—496
Б-40	41,2	13,18	4,40	—	—	41,65	31,3—33,4	823—1 010
Pfeiffer Hecht, Berlin	11—12	9—11	1—2	—	—	72—75	31,3—33,4	573—589
Ленгр. Металлург. инст.	10,5	10,5	1,79	—	3,5	73,54	—	—
Подольский, завод	—	—	—	—	—	—	40,4 34,8	—

- Примечания: 1. Химический состав для Б-1, Б-2, Б-3 и Б-5; верхний ряд соответствует ОСТу 88, нижний ряд—лабораторным данным.  
2. Баббит типа «Бондрат» германский имеет примеси (As, Cd и др.) от 3 до 5,5%.  
3. «Бондрат» Ленгр. мет. ин-та имеет примесь А, во процент не определялся (около 1%).  
4. Твердость литого баббита: первая цифра соответствует  $t^{\circ}$  изложницы  $t^{\circ} = 20^{\circ}$ , вторая  $t^{\circ} = 250^{\circ}$  при окружающей температуре  $= 17^{\circ} \text{C}$ ,



шипник. Опора вращающейся шейки вала на точках, а не на всей массе подшипника уменьшает поверхность трущихся поверхностей и увеличивает между трущимися частями масляную прослойку. Вырабатываемая при работе подшипника мягкая основа увеличивает количество твердых точек, в связи с чем увеличивается и число проходов между ними. Это обстоятельство в свою очередь дает лучшую возможность для циркуляции масла, т. е. уменьшает трение и увеличивает охлаждение подшипника. Сортам баббита очень много. В основном можно указать на следующие (данные взяты из трудов проф. Зайцева и данных, располагаемых заводов ТУЛа) (см. табл. 1).

Баббит Б-1 имеет по сравнению с прочими названными антифрикционные свойства. Твердость, упругие свойства и размягчаемость при повышении температуры вполне надежны. Примерное назначение—для наиболее ответственных подшипников с быстровращающимися валами, для паровозных дышл, бегунковых букс пассажирских паровозов, шатунов и главных подшипников двигателей внутреннего сгорания, как-то автомобилей, тракторов, дизелей, втулок электромоторов.

Баббит Б-2—свинцовооловянистый—обладает повышенной твердостью, по микроструктуре удовлетворяет правилу Шарпи, но одновременно обладает невысокими антифрикционными и пониженными литейными свойствами. Дает повышенное трение и нагревание, а в связи с этим и повышенный износ детали. При заливке дает пузырчатость. Повышенная твердость, связанная с повышенной хрупкостью, дает выкрашивание твердых составляющих, что ведет к увеличению трения, нагрева и износа. Примерное назначение—для подшипников с быстровращающимися валами пассажирских и тяжелых паровозов, шпинделей токарных станков.

Баббит Б-3 близок по своим свойствам к Б-2, но имеет еще более пониженные механические качества. В работе примерное применение—для подшипников с малой скоростью вращения валов и с малой нагрузкой, для легких паровозов и пассажирских вагонов.

Баббит Б-5 употребляется для товарных вагонов и при малой скорости вращения валов с малой нагрузкой. Ввиду того, что твердость его спускается до предельно допустимой уже при 75° Ц, работа допускается при невысоких скоростях и температуре нагрева подшипника не выше 40°—50° Ц.

Благодаря своей мягкой основе при указанном режиме работы он показывает хорошие антифрикционные свойства и хорошо прирабатывается.

Баббит Б-4 обладает хорошими антифрикционными свойствами. Отличается стойкостью и наименьшим падением твердости при нагревании. Употребляется в массовом машиностроении. Близкий к нему по химическому составу применялся в автомобилестроении на Русско-балтийском заводе.

Особо рекомендуем баббитом для автомобильных двигателей необходимо признать баббит с высоким содержанием олова (Sn—90%, Sb—6,5%, Cu—3,5%), который отличается наиболее высокой пластичностью и устойчивостью против ударной нагрузки. Следующим за ним идет баббит Б-1 с содержанием олова 83%. Таким образом наилучшие баббиты для указанной цели—это баббиты с высокооловянистой основой, что, как мы уже отмечали, влечет громадный расход импортного олова, т. е. требуют больших расходов в золотой валюте.

Одновременно известно, что при соответствующей присадке свинцовой основы можно придать свойства антифрикционных сплавов. Одним из таких свинцовистых сплавов является мышьяково-кадмиевый баббит (типа германского баббита «Бондрат»), который по инструкции Наркомсовхозов должен иметь следующий химический состав в сравнении с баббитом Б-1.

	Б-1	«Бондрат»
Олово	82—83%	11—12%
Свинец	—	71—72%
Сурьма	—	11—12%
Медь	5—6%	1,5—2%
Мышьяк	—	1,5%
Кадмий	—	1,5%

Здесь мы наблюдаем замену олова свинцом и два дополнительные составляющие—мышьяк и кадмий. Нормальный состав по «проекту промстандарта мышьяково-кадмиевого баббита», издания Гинцветмета 1933 г., предусматривает:

Олово	11—12%
Сурьма	11—11,5%
Медь	1,5—2%
Мышьяк	1,2—1,7%
Кадмий	1,3—1,8%
Свинец	остальное

При этом проект предусматривает ограничение примесей висмута не больше 0,1%, железа не больше 0,1%, цинка не больше 0,15%, при чем сумма шести основных элементов не должна быть меньше 99,5%.

На практике, в продукции наших заводов мы имеем чрезвычайно резкие колебания в присадке мышьяка и кадмия, которые выражаются по данным исследования в колебании составляющих мышьяка от 0,04—1,75% и кадмия от 0,1—1,9%, т. е. все сказанное можно привести к следующей таблице:

Наименование	Инструкция Наркомсовхозов	Проект Гинцветмета	Встречающиеся на практике
Олово	11—12	11—12%	10—16%
Свинец	71—72	оставн.	оставн.
Сурьма	11—12	11—11,5%	10—18%
Медь	1,5—2	1,5—2%	1—3,16%
Мышьяк	1,5	1,2—1,7%	0,04—1,75%
Кадмий	1,5	1,3—1,8%	0,1—1,9%

Данные этой таблицы наглядно показывают чрезвычайно невыгодное отношение заводов при производстве продукции. Заводы выбрасывают на рынок баббит, совершенно не удовлетворяющий качественным требованиям. Основными производителями баббита типа «Бондрат» являлись Ленинградский утиль-завод, выпускавший «Бондрат» марки ЛУЗ, и Московский утиль-завод, выпускавший «Бондрат» марки МУЗ. В настоящее время производство «Бондрата» сосредоточено только на Московском утиль-заводе, но необходимо отметить, что, поскольку вопрос стоит о внедрении «Бондрата» в нашу автопромышленность, необходимо производство его ставить не на утиль-заводах, а в промышленности, имеющей большие возможности дать потребителю «Бондрат» с более устойчивым химическим анализом и без посторонних включений, как-то: окислов и частиц угля, что имеет место, помимо резких колебаний в химическом составе продукции утиль-заводов.

Исследования Ленинградского металлургического института «Сталь» дали следующие результаты анализа образцов баббита «Бондрат» марки «ЛУЗ» и «МУЗ».

Таблица 2  
Сравнительная характеристика баббитов «ЛУЗ» и «МУЗ»

Марка баббита	Химический состав					Твердость по Бринелю		Сжатие			
	Олово	Сурьма	Свинец	Медь	Мышьяк	Кадмий	В чушк	Литой	Предел пропор. кг/см <sup>2</sup>	Временн. сопрот. кг/см <sup>2</sup>	Относит. сжатие %
«ЛУЗ»	10,7	10,3	ост.	2,22	1,75	1,90	27,8	30,3	725	1220	12,1
«МУЗ»	15,8	13,2	ост.	3,16	0,04	0,10	31,3	35,8	884	1326	6,3

П р и м е ч а н и е. а) Цифры твердости приведены средние из восьми определений.  
б) Предел пропорциональности и временное сопротивление—из трех определений.

По марке «ЛУЗ» данные химического анализа близко подходят по составу к сплавам типа «Бондрат» и отличаются от него несколько повышенным содержанием меди, мышьяка и кадмия и пониженным олова и сурьмы. Микроструктура этого баббита вполне удовлетворяет правилу Шарпи, т. е. твердые первичные кристаллы тройного твердого раствора равномерно распределены в свинцовой основе. Механические испытания, приведенные в таблице, также близки к баббиту типа «Бондрат».

Испытания сплава марки «МУЗ» показали, что он близок к баббиту марки Б-2 и отличается от него повышенным содержанием сурьмы (18,2% вместо 16,5%). Это обстоятельство сказалось в значительной мере на его механических свойствах. Твердость слишком высока и доходит для литого баббита до 35,8, что заставляет предполагать пониженную пластичность. Результаты испытания крешаров высотой 15 мм и диаметром 12 мм подтвердили сказанное.

Микроструктура не отличается от микроструктуры Б-2, кристаллы твердого раствора Sn и Sb наряду с иглами химических соединений равномерно распределены.

Слишком высокий предел пропорциональности 884 кг/см<sup>2</sup> и малое относительное сжатие, не превышающее 6,3%, дают основание полагать, что сплав как подшипниковый может быть использован только при спокойной работе на малых оборотах вала и не может быть применен в автомобильном двигателе.

Исследования в лаборатории завода «Красный путилевец» трех образцов баббита типа «Бондрат», доставленных в разное время, дали следующие результаты в процентах:

#### Химический состав

Номера образцов	Химический состав						Итого
	Свинец	Медь	Олово	Сурьма	Мышьяк	Кадмий	
Образец № 1	69,8	1,00	15,13	12,30	0,50	1,40	99,88
» № 2	73,40	0,90	13,46	10,50	0,72	0,93	99,91
» № 3	70,20	1,58	12,16	13,82	0,88	1,40	100,13

## Микроструктура

Были приготовлены микрошлифы из всех трех образцов, при чем было исследовано 8 шлифов образца № 2 от вкладышей, залитых при температурах от 360 до 500° Ц с интервалами через каждые 20° Ц. Все исследованные образцы обнаружили под микроскопом примерно одинаковую измельченность структурных составляющих.

Из отчета по работе «Изыскание антифрикционных сплавов для дизелестроения» мы имеем следующие интересные данные:

### Твердость

Изменение твердости в зависимости от содержания мышьяка, как главного модифицирующего элемента, показано в следующей таблице:

при содержании олова . . . . .	10,2%
» » сурьмы . . . . .	12,8%
» » меди . . . . .	1,8%
» » свинца . . . . .	остаток.
При содержании мышьяка 0,15% твердость по Бринелю	28,0
» » » 0,2% » » »	28,1
» » » 0,5% » » »	27,4
» » » 0,7% » » »	27,9
» » » 1,0% » » »	28,5
» » » 1,3% » » »	28,4

Как видно из таблицы, твердость сохраняется независимо от содержания мышьяка.

Прибавка кадмия к этому же сплаву без мышьяка несколько повышает твердость:

При содержании кадмия 0,5% твердость по Бринелю	31,1
» » » 1,0% » » »	34,4
» » » 1,5% » » »	32,4
» » » 2,0% » » »	33,4

Это показывает, что предел образования твердого раствора кадмия в баббите лежит между 0,5 и 1% кадмия и что лишнее сверх этого количество кадмия едва ли приносит пользу в отношении твердости.

Изменение твердости в зависимости от содержания кадмия при постоянном содержании мышьяка (0,5% — оптимальное количество мышьяка, оказывающее достаточное влияние на измельчение структуры) показано в следующей таблице:

Олово, сурьма и медь в тех же количествах, мышьяка 0,5%	твердость по Бринелю	0,5%
кадмия 0,5%	30,8	
» 1,0	31,0	
» 1,5	31,0	
» 2,0	33,4	
» 2,5	32,0	

Примерно то же самое показали опыты с 1% мышьяка.

При содержании кадмия 0,5% твердость по Бринелю	31,5
» » » 1,0% » » »	32,3
» » » 1,5% » » »	31,5
» » » 2,0% » » »	33,4
» » » 2,5% » » »	32,6

Интересные испытания производил Горьковский автозавод.

Испытание производилось на моторе ГАЗ № 22599, доставленном в экспериментальный цех центральной лаборатории.

В моторе, для сопоставления работы опытного баббита с импортным, были поставлены на 1-й и 3-й цилиндры шатуны с баббитом «Бондрат», на 2-й и 4-й — с баббитом заливки завода Форд.

Коренные подшипники все были залиты опытным баббитом. За показатели работы было принято увеличение диаметров подшипников и чистота трущейся поверхности. Особое внимание обращалось на поведение коренных подшипников, показавших себя с неудовлетворительной стороны и в предыдущих испытаниях, что выразилось в появлении трещин, вследствие чего данный мотор имел утолщенную заливку коренных подшипников на 0,9 мм более против нормальной.

Первичный микрометраж был произведен после 4-часовой обкатки на холостом ходу и вторичный после 100-часовой работы под нагрузкой. Замеры производились мерительным инструментом с пределом точности 0,01 мм.

Испытание велось со следующим режимом:

Мощность двигателя л. с.	Число оборотов в минуту	Продолжит. испытания в часах	Температура воды исход. в град. Ц	Температура масла в картере в град. Ц
0	1000 — 1200	4	65	75
24—25	1800 — 1900	12	68	90
84—87	2000 — 2200	70	70	85
82—83	2500 — 2600	18	70	100
Всего . . . . .		104		

Результаты замеров шатунных подшипников сведены в следующей таблице:

Объект обмера	Размер до испытания	Размер после 100 час. работы	Износ в мм	Износы за 100 час. работы при испытаниях 1-го и 2-го моторов привед. для сравнения	
				1-й мотор	2-й мотор
<b>Опытный баббит</b>					
1-й шатун . . . . .	37 990	38 020	0,017	0,017	0,033
3-й » . . . . .	38 025	38 035	0,010	0,01	0,036
<b>Баббит заливки Форд</b>					
2-й шатун . . . . .	37 990	38 012	0,022	0,03	0,012
2-й » . . . . .	38 000	38 030	0,030	0,032	0,040

Примечание. Коренные подшипники, в виду слабой связи с блоком, не замерялись, так как при замерах дают ложные показания.

В испытании шатунные подшипники вели себя удовлетворительно, как и в предыдущих случаях. Разница в износах опытного и фордовского баббита незначительная. Первый и второй коренные подшипники имели также чистую поверхность с отсутствием трещин. У третьего же подшипника оказалась трещина длиной 10—15 мм у края крышки подшипника и царапины на поверхности шириной 15—20 мм.

В заключение завод указывает, что работа шатунных подшипников с новым свинцовым баббитом удовлетворительна, но для окончательного решения о применении их в производстве необходимы продолжительные испытания в эксплуатационных условиях с пробегом машин 40—50 тыс. километров, что можно достигнуть выпуском серии машин с опытной заливкой и наблюдением за ними во время работы.

Над коренными подшипниками необходимо продолжать работу по изысканию лучшей связи баббита с чугуном и уменьшения хрупкости данного баббита не в ущерб его качествам.

При длительном нахождении сплава в жидком состоянии мышьяк сильно испаряется и, окисляясь на поверхности ванны, представляет опасность для организма работника, при чем эта опасность растет с повышением температуры жидкого сплава и со временем пребывания сплава в жидком состоянии. Изменение содержания мышьяка по анализу, в зависимости от числа переплавок, видно из приведенных ниже данных:

до переплавки содержание мышьяка . . . . .	1,1%
после 1 переплавки мышьяка . . . . .	0,09%
» 3 » » . . . . .	0,99%
» 5 » » . . . . .	0,69%
» 6 » » . . . . .	0,50%

Выгорание в процентах от общего содержания мышьяка составляет:

до переплавки . . . . .	—
после 1-й переплавки . . . . .	1%
» 3-й » . . . . .	10%
» 5-й » . . . . .	37%
» 6-й » . . . . .	55%

В другом случае баббит с 0,95% мышьяка был оставлен в расплавленном состоянии на 1,5 часа при 470° Ц, причем анализ показал 0,72% мышьяка. Выгорание составляет за один переплав 24%.

Отсюда видно, что при соблюдении правил при плавке баббита «Бондрат», угар мышьяка, а следовательно и опасности отравления незначительны. При несоблюдении же инструкции при плавке возможны случаи отравления.

### Общие выводы.

На основании изложенного представляется возможным сделать следующие выводы:

1) Нормальным химическим составом мышьяковисто-кадмиевого баббита типа «Бондрат» следует считать химический состав, принятый «по проекту промстандарта мышьяково-кадмиевого баббита», издание Инцветмета 1933 г., т. е. в процентах:

Олова . . . . .	11 — 12
Сурьмы . . . . .	11 — 11,5
Меди . . . . .	1,5 — 2
Мышьяка . . . . .	1,2 — 1,7
Кадмия . . . . .	1,3 — 1,8

и ограничение примесей — висмута не более 0,1%, железа не более 0,1%, цинка не более 0,15%. Причем сумма основных шести элементов не должна быть ниже 99,5%.

2) Можно допустить незначительное отступление от нормального состава мышьяка и кадмия в сторону увеличения, но величину допускаемых отклонений указать трудно, и поэтому каждый отдельный случай со значительным отступлением подлежит особому рассмотрению. Нежелательно повышенное процентное содержание в сплаве сурьмы по сравнению с оловом.

3) При получении партий баббита «Бондрат» производства наших заводов необходимо обязательно требовать представления химического анализа каждой партии.

4) Заливка баббита должна происходить при температуре от 450 до 500° Ц, но ни в коем случае, во избежание пережога, не выше 500° Ц.

5) Для плавки баббита целесообразно иметь электротигли и для контроля за температурой—пирометр.

6) Подогрев заливаемого места на блоке, крышке или вкладыше должен происходить при температуре 100—200° Ц, но не выше 200° Ц.

7) Во избежание появления газовых пузырей следует заливку производить с одной стороны, т. е. одной ложкой. При пользовании для заливки прибором Хемпи-Куппера необходимо для того, чтобы расплавленный металл достиг противоположной стороны, снять приливы на болванках, а канавки для смазки производить дополнительно.

8) Каждая пара (подшипник блока с крышкой, шатун с крышкой) должны обязательно заливаться баббитом одной плавки.

### Технологический процесс заливки баббитом «Бондрат»

На основе проработанного материала и практических наблюдений предлагаются следующие технологические методы по заливке баббитом «Бондрат» и обработке подшипников, причем мной берется в данном случае автомобиль Форд. Для других марок применяются аналогичные методы.

Для заливки подшипников взята в основном инструкция Наркомсовхозов с соответствующими коррективами и дополнениями.

Принимая во внимание, что баббит типа «Бондрат» требует определенного температурного режима, необходимо при заливке оборудовать рабочее место электротиглями небольших размеров, пирометром, а также духовками или печами для предварительного подогрева крышек коренных подшипников, шатунов, крышек шатунов и самих приборов для заливки,—в данном случае прибором Хемпи-Куппера и приспособлениями для заливки коренных подшипников от универсального станка Вильсон или Ловенера. Рабочее место должно быть оборудовано инструментом: молоток, зубило, дрель, сверло, бородок, отвертка, гаечный ключ и проч., а также ковшами для заливки «Бондрата». Оборудование должно быть расположено по рабочему месту с таким расчетом, чтобы оно обеспечивало обслуживаемому рабочему возможность быстро производить непосредственную операцию по заливке.

Ни в коем случае не допускается при заливке подшипников «Бондратом» присутствие на рабочем месте других видов баббита, так как смешение «Бондрата» с другим видом сплава не только понижает его качество, но видоизменяет структуру и делает непригодным для заливки.

Рабочее место, на котором производится заливка, должно быть обито железом, что дает возможность держать его в чистоте. Это мешает засорению отлетающих брызг и откалывающихся кусков.

Станки и приборы для расточки заплавленных подшипников должны иметь улавливающие приспособления для стружки; стружка должна предохраняться от загрязнения и попадания в нее посторонних предметов.

«Бондрат» из старых подшипников рекомендуется удалять вырубкой, так как при выплавке происходит частичное выгорание мышьяка, что понижает качество выплавленного баббита. При удалении баббита из подшипников блока Форд, оно производится только вырубкой. Рабочее место должно обеспечивать сбор вырубленного или выплавленного баббита не засоренным.

При выплавке баббита из крышек или тела шатуна выплавку следует вести паяльной лампой, причем нагрев производить равномерной струей пламени со стороны тела, крышки или шатуна. Подогретая крышка ударяется о плитку для отделения от нее баббита. Не следует производить нагрева крышек и шатуна до полного расплавления баббита.

Для заливки шатунов и крышек шатунов должен употребляться исключительно свежий баббит. Для заливки коренных подшипников (блока и крышек подшипников блока) допускается пользоваться отходами баббита, получившимися при заливке и расточке подшипников. В этих случаях закладывается в предварительно очищенный тигель 50% свежего баббита, 25% литника и 25% чистой стружки. Процесс плавки ведется следующим образом: сначала расплавляется баббит и литник и уже в расплавленную массу под слоем угля засыпается стружка и хорошо размешивается железной палочкой.

Получающаяся при расточке подшипников стружка, во избежание окисления, как правило, должна каждую смену выбираться из станков, прессоваться в брикеты и немедленно сплавляться в слитки обязательно под слоем угля. Слитки клеймятся условными обозначениями и используются при заливке коренных подшипников.

Предназначенные к перезаливке подшипники, с которых удален весь старый баббит, должны быть хорошо защищены, обезжирены и протравлены. Для обезжиривания шатун, крышка шатуна и крышка подшипников коленчатого вала кипятятся в течение 10 минут в 10% растворе каустической соды (по весу, т. е. 9 частей воды и 1 часть каустической соды), а затем хорошо промываются в чистом кипятке.

Протравку после чистки надо производить протравленной соляной кислотой, причем протравка должна быть сделана так, чтобы из цинка не выделялось пузырьков газа.

Протравка наносится на подшипник мазком пакли, волосяной щеткой или кистью. Если состав ложится неравномерно и местами сбегаёт, значит деталь недостаточно обезжирена, и в этом случае обезжирение нужно повторить. Детали с нанесенным слоем протравы должны быть во избежание брызг при лужении подсушены. Нормальная температура сушки 120—130° Ц, т. е. немного выше точки кипения воды.

Для полуды следует употреблять третник (две части свинца и одна часть олова).

Залуженные детали, не остужая их, надо немедленно заливать баббитом, в противном случае может произойти окисление полуды и баббит не будет приставать. Полууда должна иметь ровный тускло-серебристый цвет; желтоватый или другие окраски указывают, что полууда окислена и не годна для заливки.

При начале плавки баббита в тигле, его поверхность во избежание окисления от соприкосновения с воздухом, обязательно должна быть покрыта слоем, толщиной около 50 мм, мелкого сухого древесного угля, просеянного сквозь сито для отсева угольной пыли, которая может замешиваться в сплав. Величина зерен должна быть 5—10 мм.

Во избежание окисления баббита и выгорания из него мышьяка при длительном пребывании его в расплавленном состоянии, надо держать баббит в расплавленном состоянии не более 30—40 минут. Чем меньше баббит будет находиться в расплавленном состоянии, тем меньше будет потеря от угара и лучше качество залитого подшипника.

Заливку в подшипниках коленчатого вала в блоках Форд надо производить без полуды. Подшипники и приборы для заливки подогреваются от 100° и не выше 200° Ц.

Температура болванок прибора Хемпи-Куппера для заливки подшипников не должны превышать 200° Ц. Обычно при одновременной работе нескольких приборов при их последовательной заливке эта температура не превышает 200° Ц. При интенсивной работе одного прибора необходимо применять воздушное охлаждение. Определение максимального нагрева болванки или прибора может производиться при помощи третника, который при температуре около 240° Ц будет намазываться на болванку.

Вся партия подшипников, подлежащая заливке из одного тигля, должна быть заранее подготовлена к заливке. Заливку подшипника надо вести спокойно и равномерно, не прерывая струи, держа носок ложки у самого литника.

Поверхность залитого подшипника должна иметь ровный тускло-серебристый цвет. Появление желтоватого оттенка указывает на перегрев баббита. Такие подшипники необходимо перезаливать. Правильно залитые подшипники, кроме указанного, должны иметь в изломе мелкозернистое строение без включения крупных блестящих кристаллов, хотя бы в небольшом количестве. При постукивании молотком или каким-либо металлическим предметом они должны издавать чистый звук без какого-либо заметного дребезжания. На поверхности заливки не должно быть глубоких раковин, которые могли бы остаться после проточки подшипников. Если после окончания заливки в тигле остается расплавленный баббит, его надо вылить в чушку, отодвигая ложкой во время литья шлак и уголь.

Баббит начинает плавиться при 250° Ц и окончательно расплавляется при температуре 350° Ц. В дальнейшем, размешивая баббит железной палочкой, чтобы не было твердых комьев, необходимо довести температуру до 450—500° Ц. Эта температура и является температурой, при которой нужно производить заливку.

Определение температуры сплава 450—500° Ц, как правило, должно производиться пирометром. В небольших ремонтных мастерских можно пользоваться приближенным способом, дающим при навыке отклонение в ту или другую сторону до 25° Ц. Определение температур производится сухой сосновой лучиной размером 2,5 × 15 мм, которая при погружении в расплавленный баббит вспыхивает при температуре 490—500° Ц. При более низкой температуре лучина только обугливается. При погружении лучины в сплав уголь должен быть отодвинут в сторону для свободного доступа воздуха к месту соприкосновения лучины со сплавом.

В этом случае, во избежание пережога баббита при достижении температуры сплава 490—500° Ц, пламя лампы должно быть уменьшено до самого слабого, и время для заливки всей порции расплавленного баббита должно быть возможно коротким. Однако необходимо внимательное наблюдение за температурой баббита путем контроля лучиной и регулирования степени подогрева лампой тигля.

Перенос баббита в ложке из тигля для заливки в прибор должен производиться быстро во избежание потери температуры баббита при переносе. С этой целью прибор для заливки подшипников не должен располагаться далее 1 метра от тигля, в котором происходит плавка баббита. При набирании баббита из тигля ложкой необходимо покрывающий поверхность баббита уголь и образовавшуюся на поверхности пленку отодвигать в сторону и следить, чтобы она не попала в ложку.

### Заливка подшипников коленчатого вала блока Форд

Заливка подшипников блока производится без полуды, вследствие чего, во-первых, необходимо помимо засверловки литников обязательно производить засверловку пазов в форме ласточкина хвоста и, во-вторых, производить обязательный подогрев, помимо прибора для заливки, также и самих гнезд подшипников блока. Для засверловки литников и ласточкиных хвостов мною предлагается очень простой кондуктор (рис. 1), который имеет своей базой отверстия для болтов переднего и среднего подшипников коленчатого вала.

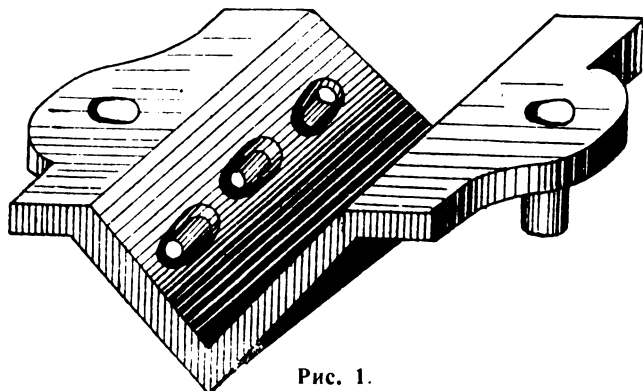
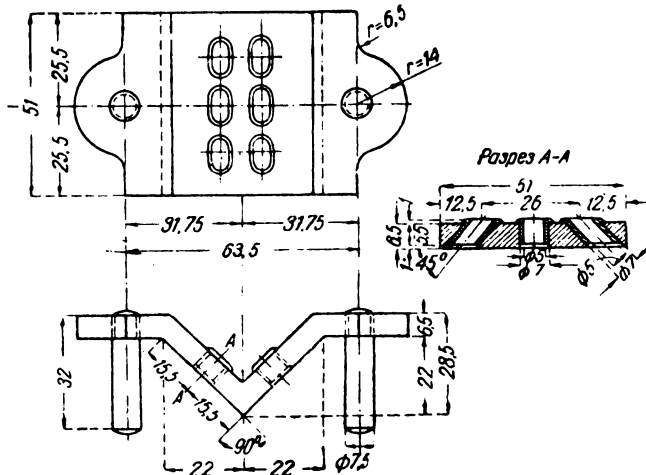


Рис. 1.

Шесть гнезд для сверла под  $\varnothing 5$  мм, по три на каждой стороне (причем среднее отверстие служит для засверловки литника, крайние расположены под углом в  $45^\circ$  и направлены к краям кондуктора), дают помимо спайки баббита с гнездом подшипника еще и надежное механическое крепление. Аналогич-



Кондуктор для засверловки литников в переднем подшипнике коленчатого вала.

ный по конструкции кондуктор служит и для засверловки заднего гнезда подшипника коленчатого вала. Для предварительного подогрева гнезд подшипника блока можно употреблять паяльную лампу, сильно нагретую штангу с диаметром, равным гнезду подшипника, но наиболее надежным и удобным является электроспираль (см. чертеж).

Для сверловки отверстия для смазки может служить кондуктор того же принципа, но несколько иного устройства. Примерный порядок заливки следующий:

Вырубить старый баббит из блока. Высверлить по кондуктору отверстия для литников. Зачистить гнезда подшипников. Заложить отверстия масляных трубок асбестом. Нагреть гнезда подшипников до температуры  $150-200^\circ\text{C}$ . Установить на блок,

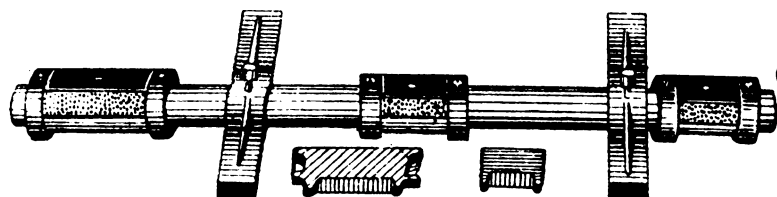


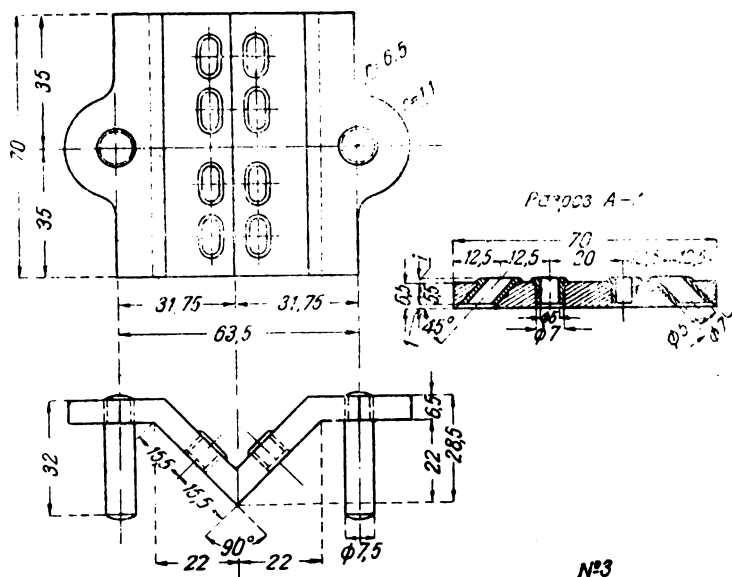
Рис. 2.

подогретый до температуры  $150-200^\circ\text{C}$ , приспособление Вильсона для одновременной заливки подшипников коленчатого вала, закрепить по сторонам подшипников стопорные шайбы (рис. 2). Затем, взяв из электротигля полную ложку расплавленного баббита и быстро лить в литники каждого подшипника (рис. 3).



Рис. 3.

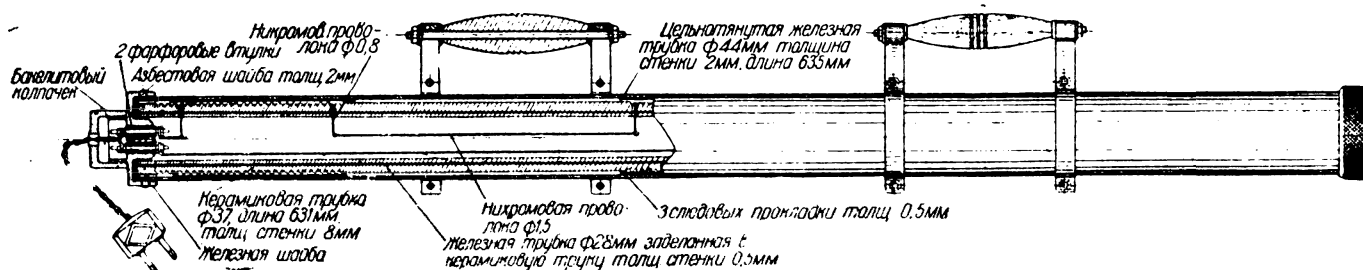
После этого—отвернуть шайбы по концам подшипников и снять прибор для заливки. Обрубить литники подшипников и спилить баббит заподлицо. Передать блок на станок для расточки подшипников (рис. 4).



Кондуктор для засверловки литников в заднем подшипнике коленчатого вала.

В последовательном порядке операции располагаются так: Вырубить баббит из крышки заднего подшипника коленчатого вала и выплавить паяльной лампой баббит из передней и средней крышки подшипников коленчатого вала.

Выварить крышки в растворе каустической соды и промыть в чистом кипятке. Вылудить крышки подшипников коленчатого вала. (При лужении окунаем в ванну, крышку немедленно после полуды ставить на подогретый прибор Хемпи-Куппера и сразу производить заливку). Установить каждую крышку, предварительно подогретую, в подогретый прибор Хемпи-Куппера для заливки. Взять ложкой расплавленный баббит и залить крышки подшипников коленчатого вала. Снять крышки с прибора, отрезать ножовкой литники у передней и средней крышки. У крышки заднего подшипника литники снять горячим паяльником в тисках. Опилить баббит заподлицо. Передать все крышки на станок для расточки коренных подшипников.



Электроскалка для подогрева гнезд подшипников коленчатого вала.

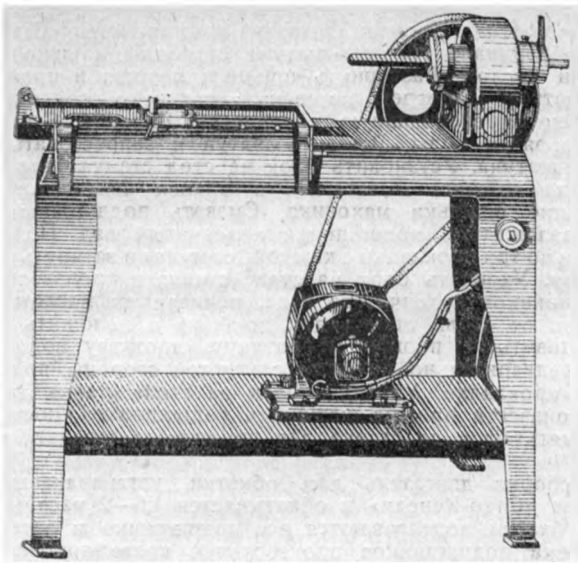
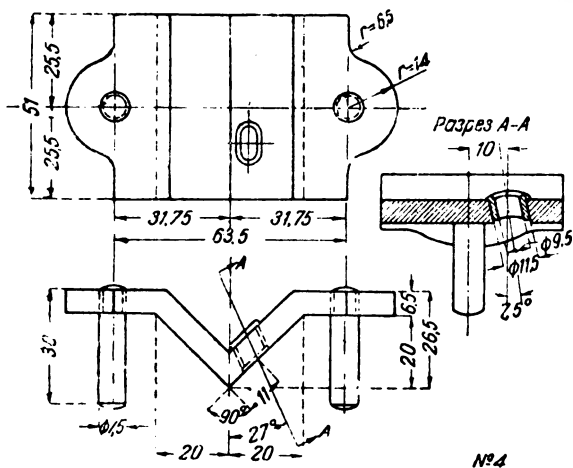


Рис. 4.

### Заливка шатунных подшипников

Вырубить или выплавить старый баббит из шатунов. Прокипятить шатуны в растворе каустической соды и промыть в кипятке. Залудить окунаем в расплавленный третник. После полуды немедленно поставить в подогретый прибор Хемпи-Куппера.



### Кондуктор для засверловки масляного отверстия в среднем подшипнике коленчатого вала.

Затем, взять в ложку из электротигля расплавленный баббит и залить шатуны. Снять шатуны с прибора, отрезать ножовкой литники, опилить баббит заподлицо. Вырубить или выплавить старый баббит из крышек шатунов. Прокипятить крышки в растворе каустической соды и промыть в кипятке. Залудить крышку окунаем в третник. Заложить асбестом отверстия в крышках. Установить немедленно после полуды на подогретый прибор Хемпи-Куппера (рис. 5 и 6). Взять ложкой из электротигля расплавленный баббит и залить крышки шатунов. Снять крышки с прибора, отрезать ножовкой литники и опилить излишний баббит. Передать крышки и шатуны на станок для расточки подшипников.

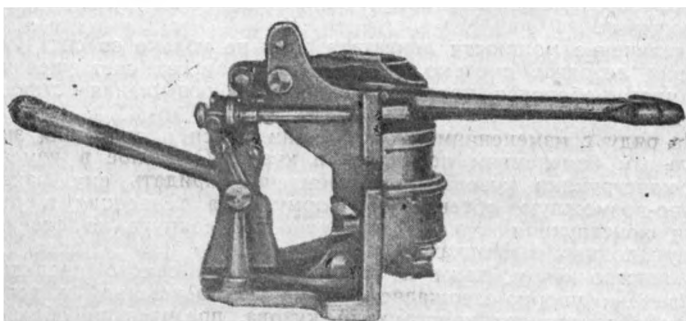


Рис. 5.

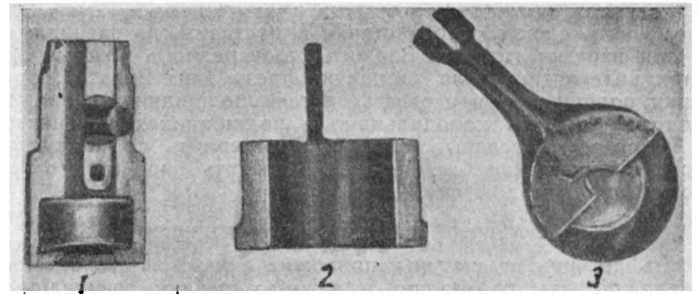


Рис. 6.

### Расточка коренных подшипников

Установить блок на стол станка для расточки коренных подшипников (рис. 4) и вывернуть установку по конусу (делается один раз для каждого блока). Установить резцы на борштанге на соответствующий размер (рис. 7).

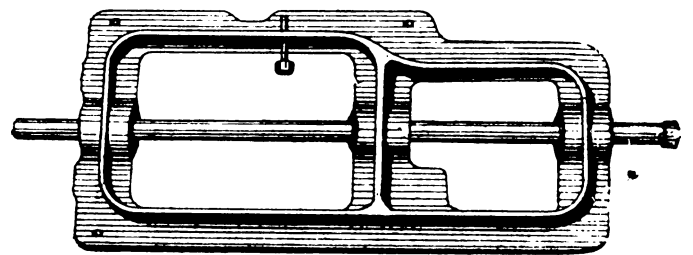


Рис. 7.

### Таблица для расточки коренных подшипников

Нормальный размер	Ремонтные размеры	Установка резца
I ремонт	41,20—0,1	41,20—0,1
II "	40,95—0,1	40,95—0,1
III "	40,75—0,1	40,75—0,1
IV "	40,55—0,1	40,55—0,1
	40,35—0,1	40,35—0,1

Затем установить рамку с борштангой, закрепив крышки подшипников коленчатого вала с четырьмя прокладками с каждой стороны. Расточить подшипники коленчатого вала (бор-



Рис. 8.

штанга растачивает одновременно 3 подшипника). Отвернуть крышки подшипников, снять рамку с борштангой. Вложить развертку в подшипники коленчатого вала, закрепив за крышками подшипников (рис. 8).

### Таблица развертки подшипников коленчатого вала

Нормальный размер	Ремонтные размеры	Размер подшипников после развертки
I ремонт	41,25—0,025	41,0—0,025
II "	41,0—0,025	40,8—0,025
III "	40,8—0,025	40,6—0,025
IV "	40,6—0,025	40,4—0,025

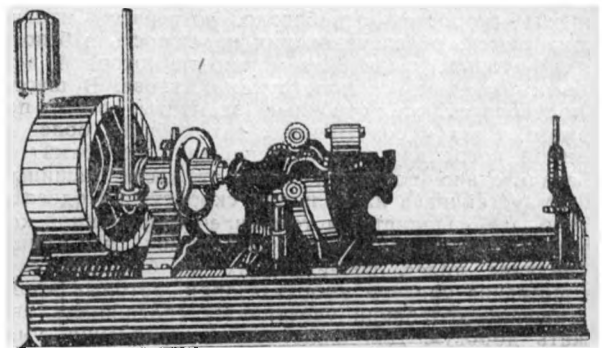


Рис. 9.

После этого отвернуть крышки подшипников и снять раз-  
вертку. Снять блок со стола станка и поставить на специальный  
стол для нарезки галтели. Вложить поочередно в каждый под-  
шипник коленчатого вала торцовую фрезу типа Вильсон, одеть  
крышку подшипника и нарезать галтели подшипников (рис. 10).  
Наконец, сделать холодильники в подшипниках коленчатого  
вала. Прорезать масляные канавки, просверлить по кондуктору  
отверстия для смазки (см. чертеж). Передать блок на стол для  
расточки цилиндров блока.

#### Расточка шатунных подшипников

Одеть крышки на шатуны, проложив с каждой стороны под-  
шипника по две прокладки, и зажать крышки специальными  
гайками. Установить резцы борштанга на нужный размер при-  
бора Хемпи-Куппера.

Таблица для расточки шатунных подшипников

Ремонтные размеры	Установка реза
Нормальный размер	38,026—0,1
I ремонт	37,75 —0,1
II "	37,55 —0,1
III "	37,35 0,1
IV "	37,15 —0,1

Затем расточить шатунные подшипники, подрезать галтели  
и щеки. Прорезать масляные канавки и просверлить отверстия  
для смазки. Передать шатуны с крышками на подборку.

#### Подборка блока для прижига

Выпрессовать из верхней головки шатуна старую втулку.  
Запрессовать втулку в верхнюю головку шатуна до края  
канавки стопорного кольца и отрезать выступающий конец втул-  
ки. Запрессовать отрезанный конец втулки с другой стороны  
головки шатуна также до края канавки стопорного кольца. За-  
пилить края запрессованных втулок и просверлить отверстия для

смазки. Развернуть втулку под поршневый палец и пройти его  
головкой «Хютто». Проверить шатун на приборе «Стивенса».  
Вставить в верхнюю головку шатуна стопорное кольцо и сма-  
зать втулки маслом. Развернуть приливы поршня и пройти го-  
ловкой «Хютто». Подогреть поршень в сосуде с горячей водой.  
Одеть палец на специальную коническую оправку. Взять пор-  
шень из горячей воды. Вставить шатун и запрессовать палец  
в поршень шатуна. Установить блок на стол станка типа «Отто-  
Кенеди» для прижига и вставить в фланец коленчатого вала  
направляющие шпильки маховика. Смазать подшипники соли-  
долом и заложить в подшипники коленчатый вал. Подложить  
под крышки по три прокладки с каждой стороны и затянуть крыш-  
ки доотказу. Укрепить блок на столе станка и произвести прижиг  
подшипников коленчатого вала, поливая их маслом. Осво-  
бодить блок от стола станка для прижига и положить его на  
ребро. Вставить 4 поршня и затянуть доотказу подшипники  
шатуна, предварительно положив с каждой стороны подшипни-  
ка по две прокладки. Укрепить блок на столе станка для при-  
жига и произвести прижиг шатунных подшипников, поливая их  
маслом. Снять блок со станка для прижига и передать его на  
сборку.

После сборки двигатель для обкатки устанавливается на  
стенде типа «Отто-Кенеди» и обкатывается 1,5—2 часа (рис. 9).

После обкатки подтягиваются все подшипники и затем пер-  
вая подтяжка подшипников производится после пробега 400—  
500 км.

На основе имеющихся данных можно твердо сказать, что  
применение баббитов типа «Бондрат» вполне возможно на ав-  
томобильных двигателях. Необходимо этот вопрос углубленно  
изучить как исследователски, так и практически. Мною в че-  
ртеже предлагаются небольшие приспособления, как-то: кондук-  
торы для засверловки литников в форме ласточкина хвоста,  
кондукторы для засверловки отверстия для смазки и электро-  
нагревательная скалка для подогрева на блоке гнезд подшип-  
ников коленчатого вала.

## Обтекаемый автомобиль на шасси ГАЗ-А

Инж. А. НИКИТИН

За последние годы наблюдается резкое увеличение скорости  
движения автомобильного транспорта.

На рис. 1 представлен график, изображающий рост скоро-  
стей движения автомобилей по годам, составленный американ-  
ским профессором Лей. Линия А изображает рост максимальной  
скорости, развиваемой большим легковым автомобилем, линия В—  
средним легковым автомобилем, линия С—малым. Линия D  
представляет изменение скорости потока автомобилей на аме-  
риканских автомобильных дорогах. За последние 10 лет все  
три типа автомобилей значительно повысили свою максималь-  
ную скорость. Средние и большие легковые автомобили имеют  
почти одинаковую максимальную скорость. В 1934 г. максимал-  
ная скорость для средних автомобилей равна 125 км/час, для  
больших 130 км/час, против соответствующих скоростей 100—  
105 км/час в 1924 г., т. е. для обоих классов машин скорость  
возросла на 25 км/час.

Более резкое увеличение скорости наблюдаются у малых  
легковых автомобилей. Здесь скорость с 74 км/час в 1924 г. воз-  
росла до 110 км/час в 1934 г., т. е. увеличилась на 36 км/час.  
Такое резкое увеличение скоростей по сравнению с предыду-  
щими годами стало возможным только с развитием специаль-  
ных автомобильных дорог—автомобильных магистралей, с пра-  
вильно подобранными радиусами поворотов, соответствующими  
виражами, сигнализацией, освещением, отсутствием перекрестных  
путей и т. п. Помимо того, что дороги стали более приспособ-  
лены для движения с большими скоростями, автомобильная  
промышленность накопила достаточно опыта как для конструи-  
рования, так и для производства соответствующих машин.

Увеличение скорости потребовало, во-первых, изменений в  
конструкции шасси, обеспечивающих надежность и безопасность  
движения, во-вторых, увеличения мощности мотора и, в-третьих,  
значительных изменений в конструкции кузова. В шасси изме-  
нениям подверглись все основные элементы: рама, подвеска,  
руль, тормоза. Рама у современных автомобилей более жесткая  
с крестовиной посредине и более низкая с изгибами над ося-  
ми, что значительно понижает центр тяжести машины и де-  
лает машину устойчивее на больших скоростях. Подвеска более  
совершенная—у большинства автомобилей современной конструк-  
ции подвеска передних колес независимая, что уничтожает  
опасное влияние колеб, возникающих на больших скоростях.  
Большое внимание уделено амортизаторам, которые кроме смяг-  
чения и гашения колебаний увеличивает способность автомоби-  
ля «держаться дороге». Для облегчения управления уменьшено  
внутреннее трение в рулевом механизме усовершенствованием пе-  
редаточного механизма. Применение самотормозящих колодок,  
сервомеханизмов, увеличение коэффициента трения в тормозах за

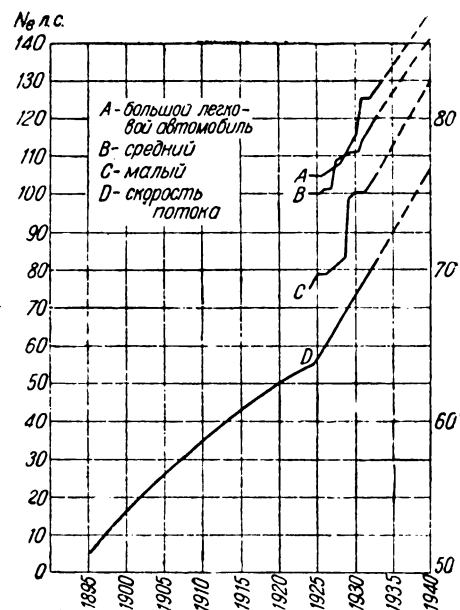


Рис. 1.

счет улучшения охлаждения и замены чугунных поверхностей  
в тормозных барабанах значительно улучшило эффективность  
торможения.

Увеличение мощности двигателя идет не только за счет уве-  
личения литража, сколько, главным образом, за счет увеличе-  
ния числа оборотов коленчатого вала и повышения степени  
сжатия.

На ряду с изменениями конструкции шасси и двигателя зна-  
чительным изменениям подвергся и кузов. Основное в измене-  
нии конструкции кузова—это стремление придать ему макси-  
мально-возможную обтекаемую форму. Эта тенденция в раз-  
витии конструкции кузовов особенно подчеркнута на осенних  
международных выставках 1934 г. в Лондоне и в Париже, где  
большинство фирм, даже и те, которые до самого последне-  
го времени упорно держались старой несовершенной с точки  
зрения обтекаемости конструкции кузова, представили образцы  
автомобилей, где обтекаемости уделено достаточно внимания.

Эти изменения конструкции кузова вызваны не только эстетическими соображениями, хотя они и играли известную роль, но для них имеются серьезные технические и экономические обоснования.

Как известно, расход мощности двигателя при равномерном движении автомобиля по горизонтальному участку пути складывается из потерь на трение в передаточных механизмах, на трение качения автомобиля и на преодоление сопротивления воздуха. Следовательно баланс мощности автомобиля напишется:

$$N_e = N_r + N_f + N_w,$$

где:

- $N_e$  — эффективная мощность двигателя,
- $N_r$  — потеря на трение в передаточных механизмах,
- $N_f$  — потеря на качение автомобиля,
- $N_w$  — потеря на преодоление сопротивления воздуха.

Потеря  $N_r$  составляет 10 — 15% от передаваемой мощности и не зависит от скорости. Потеря  $N_f$  изменяется пропорционально скорости автомобиля. Потеря же на преодоление сопротивления воздуха  $N_w$  возрастает пропорционально кубу скорости и выражается:

$$N_w = \frac{k \cdot \rho \cdot F \cdot v_a^3}{3,6^3 \cdot 75}, \quad (1)$$

где:

- $k$  — коэффициент сопротивления, зависящий от формы кузова
- $\rho$  — плотность воздуха в кг/сек<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>,
- $F$  — лобовая площадь в м<sup>2</sup>,
- $v_a$  — скорость автомобиля в км/час.

Из этого следует, что с увеличением скорости движения потеря мощности, идущая на преодоление сопротивления воздуха, растет более быстро, чем остальные потери, и на скорости 80 км/час и выше для нормальных автомобилей эта потеря составляет более 75% всей затрачиваемой мощности. Поэтому вполне естественно стремление конструкторов уменьшить этот вид сопротивления.

Анализируя формулу мощности, теряемой на сопротивление воздуха, мы видим, что для того, чтобы уменьшить сопротивление, можно идти по двум направлениям: это — уменьшить лобовую площадь или уменьшить коэффициент сопротивления  $k$ . Лобовую площадь значительно уменьшить мы не можем, так как здесь пределом является высота кузова над сиденьями пассажиров, и уменьшение лобовой площади идет главным образом за счет понижения высоты рамы.

В гораздо большей степени можно уменьшить сопротивление за счет улучшения обтекаемости. Для современных наилучших образцов обтекаемых автомобилей, коэффициент сопротивления  $k$  раза в два-три меньше, чем у автомобиля с обычным типом кузова.

Такое уменьшение сопротивления воздуха должно сказаться в значительной степени как на динамике, так и на экономике автомобиля. При одном и том же двигателе машина должна обладать лучшими динамическими качествами, а именно: должна развивать большую максимальную скорость, обладать лучшей приемистостью — набирать предельную скорость на более коротком участке пути.

На экономике это должно сказаться в значительном понижении расхода топлива. Помимо преимуществ в динамике и экономике автомобиля, обтекаемость улучшает и такие качества, как бесшумность хода. В автомобиле с обычным кузовом на больших скоростях образуются настолько сильные вихри воздуха, что они производят очень сильный шум. Точно так же, благодаря меньшему завихриванию воздуха, машина при движении по пыльным дорогам поднимает меньше пыли. Благодаря большей ширине, в обтекаемом кузове можно располагать с большими удобствами сиденья для пассажиров.

### Конструкция обтекаемого кузова на шасси ГАЗ-А

Для исследования влияния обтекаемости на динамику, экономику и комфортабельность автомобиля, в Научно-исследовательском отделе ВАММ РККА им. Сталина под руководством автора был запроектирован и построен обтекаемый кузов для автомобиля ГАЗ-А. При проектировании имелось в виду дать максимально возможную обтекаемую форму кузова для данного типа шасси с таким расчетом, чтобы полученный для этой модели коэффициент сопротивления воздуха явился пределом, к которому нужно будет стремиться при проектировании в следующих опытных конструкциях кузовов, более приспособленных к условиям производства и эксплуатации. При построении профилей самого кузова, переднего обтекателя и крыльев были использованы данные экспериментальной аэродинамики, а именно: в основу был положен профиль идеально-обтекаемого тела. Как известно, это идеально-обтекаемое тело имеет форму падающей капли жидкости. Передний конец более тупой, чем хвостовая часть. Максимальное поперечное сечение расположено на расстоянии одной трети длины от переднего конца. Вся длина равна 6 диаметрам максимального поперечного сечения. Подобный профиль очень легко построить графически (см. рис. 2).

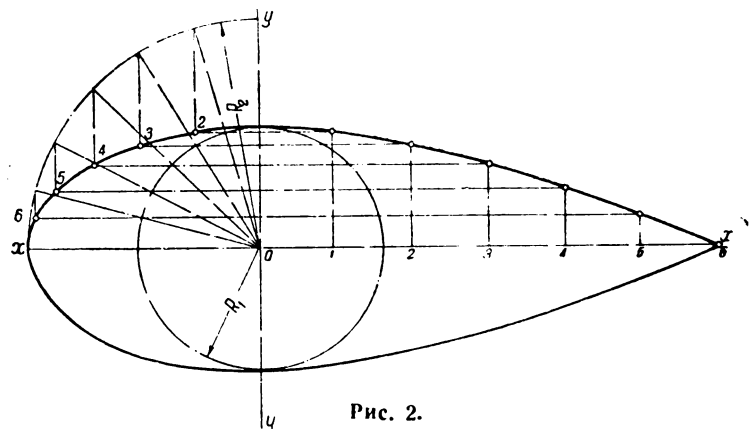


Рис. 2.

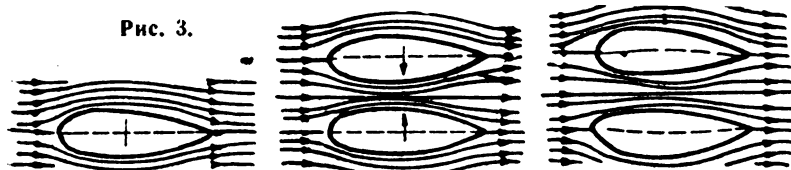
Из центра координат описываем окружность радиусом  $R_1$ , равным радиусу максимального поперечного сечения обтекаемого тела, и вторую окружность — радиусом  $R_2$ , равным  $1/3$  длины тела. Делим вторую четверть окружности на равное количество отрезков, в данном случае на 6, и проводим из центра радиальные линии до пересечения с дугой радиуса  $R_2$ . Через точки пересечения этих радиальных линий с дугой радиуса  $R_2$  проводим линии, параллельные оси  $X$ , а из точек пересечения радиальных линий с дугой радиуса  $R_1$  проводим линии, параллельные оси  $Y$ . Точки пересечения вертикальных и горизонтальных линий построения будут лежать на кривой передней части профиля обтекаемого тела.

Для построения хвостовой части делим отрезок оси  $X$  на 6 равных отрезков и из концов этих отрезков восстанавливаем перпендикуляры до пересечения с соответствующими горизонтальными линиями построения. Точки пересечения линий построения будут лежать на кривой хвостовой части профиля. Профиль отдельных элементов кузова автор строил аналогичным способом, изменив лишь соотношение между диаметром максимального поперечного сечения и длиной тела. При максимальной высоте автомобиля в 1700 мм и при соблюдении правильной пропорции длина получилась бы больше 10 м, что привело бы к совершенно абсурдной конструкции кузова. Вопрос о том, придавать ли кузову форму, обтекаемую со всех сторон, или же только форму половины обтекаемого тела с плоскостью разреза, параллельной плоскости дороги, явился предметом специального исследования.

Некоторые конструкторы, как например Румплер, стремились придать автомобилю обтекаемую со всех сторон каплеобразную форму. Другие, как Джарей, придавали автомобилю форму половины обтекаемого тела. Второй тип конструкции является более правильным с точки зрения аэродинамики, так как здесь учитывается влияние дороги на сопротивление воздуха. Чтобы уяснить влияние дороги на величину сопротивления воздуха, разберем этот момент сначала на более простых телах. Так, если взять обтекаемое тело и поместить в струю воздуха, то благодаря симметрии тела относительно направления движения вся реакция воздуха будет силой, параллельной направлению потока воздуха. Никакой поперечной силы при этом не образуется. Однако если то же тело двигать по дороге на расстоянии  $h$  от полотна последней, как это показано на рис. 3 с левой стороны, то между дорогой и телом воздух будет сгущаться, в результате чего скорость воздуха в этом пространстве возрастет. Согласно теореме Бернулли, увеличение скорости воздуха повлечет за собой уменьшение давления в этой части потока. В результате суммарная реакция сопротивления воздуха изменит свое направление, т. е. в дополнение к горизонтальной силе появится составляющая поперечная сила, стремящаяся прижать тело к дороге. Эту силу, возникающую по закону Бернулли, мы будем в дальнейшем называть поперечной. Следовательно, поперечная сила возникает вследствие увеличенной скорости воздуха в пространстве между машиной и дорогой. На создание этой увеличенной скорости воздуха требуется затратить определенное количество энергии, благодаря чему общее сопротивление движению возрастет.

То же самое наблюдается и при движении автомобиля по дороге. Воздух, сгущаемый между автомобилем и дорогой, увеличивает свою скорость, давление его уменьшается, автомобиль испытывает дополнительное давление сверху вниз. При определенной форме автомобиля, эта сила, действующая вертикально, может быть направлена и снизу вверх, т. е. будет стремиться приподнять автомобиль.

Если взять два тела, совершенно одинаковые и расположенные друг от друга на расстоянии  $2h$ , как это показано на среднем рисунке, и поместить в аэродинамическую трубу, то при обдуве мы получим между этими телами прямолинейную струю воздуха, такую же, как над полотном дороги в случае движения по ней автомобиля. Замеряя суммарное сопротивление обеих моделей и делая полученный результат пополам, получаем сопротивление воздуха с учетом влияния дороги. Поче-



речная сила будет прижимать обе модели друг к другу—явление, наблюдаемое при параллельном движении двух лодок на небольшом расстоянии друг от друга. Эта дополнительная поперечная сила увеличивает сопротивление движению, но телу можно придать такую форму, что эта сила будет уравновешиваться подъемной силой.

Если испытывать в трубе одну модель, то может явиться поперечная сила положительного или отрицательного значения. При испытании модели, изображенной с правой стороны рис. 3, наблюдается положительный подъем. Как известно, эта подъемная сила появляется оттого, что скорость воздуха, проходящего над автомобилем, больше скорости воздуха под ним. Отсюда, опять на основании того же закона Бернулли, давление воздуха сверху автомобиля уменьшится, и появится положительная подъемная сила. На сообщение потоку воздуха, идущему над автомобилем, увеличенной скорости потребуются затраты известной энергии.

Если же такую модель поставить в условия движения по дороге, или испытывать в аэродинамической трубе, как указывалось, одновременно две модели, то может случиться, что эта подъемная сила будет уравновешивать поперечную силу. Для различных типов автомобилей могут быть различные комбинации величин подъемной и поперечной сил.

В Мичиганском университете было определено влияние дороги на сопротивление воздуха для четырех типов автомобилей. Результаты представлены в таблице 1 в виде увеличения или уменьшения сопротивления воздуха в процентах по отношению к сопротивлению при обдуве одной модели. Знак плюс указывает на увеличение сопротивления, знак минус—на уменьшение сопротивления.

Таблица 1

Влияние дороги на сопротивление движению

Тип автомобиля	Влияние дороги в %	
	96 км/час	145 км/час
Фаэтон со снятым верхом . . . . .	+21,2	+15,3
» с поднятым » . . . . .	+14,5	+12,6
Купе . . . . .	+ 3,0	+ 3,3
Седан . . . . .	- 3,0	- 5,5

Из таблицы видно, что по результатам испытания одной модели трудно судить о действительной величине сопротивления.

Влияние дороги для разных типов машин различно. Для фаэтона и купе, например, наблюдается увеличение сопротивления, тогда как для седана—уменьшение.

Это можно объяснить следующим образом.

Для фаэтона со снятым верхом имеется отрицательная подъемная сила, т. е. при испытании одной такой модели появляется вертикальная реакция, направленная вниз, так как скорость потока воздуха, проходящего снизу, больше, чем скорость потока воздуха, идущего над автомобилем. Если ввести влияние дороги путем обдува двух моделей, представляющих зеркальное отображение друг друга, то это в свою очередь увеличит скорость воздуха под автомобилем. В итоге увеличение скорости воздуха будет складываться из этих двух величин. Энергия, которую нужно потратить на сообщение движению воздуха, пропорциональна квадрату скорости. В результате для фаэтона сопротивление в случае обдува двух моделей будет на 21% больше сопротивления при обдуве одной модели. При испытании фаэтона с поднятым верхом явление протекает аналогично. Но в этом случае при обдуве одной модели разность скоростей потока воздуха над автомобилем и под ним будет меньше, чем при испытании автомобиля со снятым верхом. Это приводит к уменьшению общего сопротивления.

При обдуве двух моделей, представляющих зеркальное отображение друг друга, сопротивление возрастает, но меньше, чем в первом случае, так как дополнительное сопротивление, возникающее вследствие влияния дороги, пропорционально квадрату разности скоростей воздуха под автомобилем и над ним. Приращение сопротивления с учетом влияния дороги составит в этом случае лишь 14,5%.

Для седана явление происходит несколько иначе. При обдуве одной модели появляется положительная подъемная сила, т. е. скорость воздуха над автомобилем будет больше, чем под ним. При испытании двух моделей, установленных как зеркаль-

ное отображение друг друга, появляются, как уже указывалось, условия для увеличения скорости потока воздуха под машиной. Одновременного увеличения скорости над автомобилем, обусловленного формой кузова, и под машиной, вследствие влияния дороги, конечно быть не может. Если влияние дороги будет равноценно действию формы кузова, то скорости над автомобилем и под ним будут одинаковы, т. е. влияние дороги создаст условия, соответствующие обтеканию симметричного тела. Раз скорости одинаковы, то дополнительной затраты энергии на увеличение скорости не потребуются, и сопротивление будет меньше, чем при обдуве одной модели. Равенство подъемной и поперечной сил представляет частный случай. Фактически же может случиться, что подъемная сила несколько больше или меньше поперечной. Случай, когда поперечная сила равна подъемной, нужно рассматривать как наиболее благоприятный с точки зрения обтекаемости.

Чтобы выяснить характер изменения дополнительного сопротивления, вызываемого влиянием дороги, в зависимости от очертаний кузова, была испытана модель, в основных чертах напоминающая гоночный автомобиль Сегрэф (рис. 4).

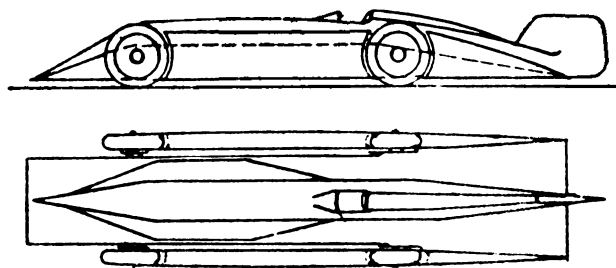


Рис. 4.

С геометрической точки зрения этот автомобиль можно рассматривать, как комбинацию следующих тел: во-первых, плоского удлиненного кузова ширины, немного меньшей расстояния между колесами, но достаточной для того, чтобы включить в себя шасси вместе с осями, рессорами и т. п.; передняя и задняя части сужены наподобие кончика ножа, концы свисают и находятся на одном уровне с нижней частью рамы; во-вторых, главного кузова круглого сечения; этот кузов напоминает фюзеляж самолета хорошей обтекаемости и вмещает двигатель и шофера, заканчиваясь сзади вертикальным плавником. Обтекаемость четырех колес улучшена путем установкой двух боковых радиаторов между передним и задним колесами и двух обтекателей позади задних колес.

Узкий фюзеляж вместе с колесами и радиаторами настолько хорошо обтекаемы, что с аэродинамической точки зрения здесь трудно ввести даже малейшее улучшение; они безусловно вызывают минимальное сопротивление воздуха. Однако этого нельзя сказать о плоском кузове, включающем шасси автомобиля. Здесь можно было бы указать более удобное размещение передних и задних частей.

Чтобы проверить эти возможные изменения, были сделаны 4 пары моделей наиболее существенной части автомобиля—плоского продолговатого кузова. В одной из этих пар моделей передний и задний заостренные концы были на одном уровне с нижней частью кузова; в другой—концы были расположены на средней оси кузова; в двух остальных парах концы были размещены в промежуточных положениях.

Перевертывание моделей дало возможность исследовать из различных относительных положений концов для определения нулевого подъема, соответствующего минимальному сопротивлению с учетом влияния дороги. Эти положения обозначены на рис. 5, 1—7. Испытание велось при скоростях 60, 70, 80, 90 миль/час (96, 112, 128 и 144 км/час), причем сопротивления замерялись два раза: с учетом влияния дороги и без этого учета.

Основные результаты испытаний следующие:

1) влияние дороги увеличивает сопротивление движению; в то время, как для скорости 60 миль/час сопротивление с учетом влияния дороги возрастает примерно на 60 и 75% для различных положений концов, при скорости 90 миль/час увеличение превышало 100%;

2) положение или условие нулевого подъема было найдено между вторым и третьим случаями соотношения концов (рис. 5) или точнее—на расстоянии 28% высоты плоского кузова;

3) несмотря на то, что измерение небольших сил на таких сравнительно малых моделях представляло определенные трудности, отражаясь на точности, все же можно было провести плавные кривые через точки замеров. Положение концов, соответствующее минимальной силе сопротивления, хорошо согласуется с их размещением, соответствующим нулевому подъему, подтверждая таким образом теорию;

4) сопротивление, вызываемое влиянием дороги, может быть посредством надлежащего вертикального размещения концов



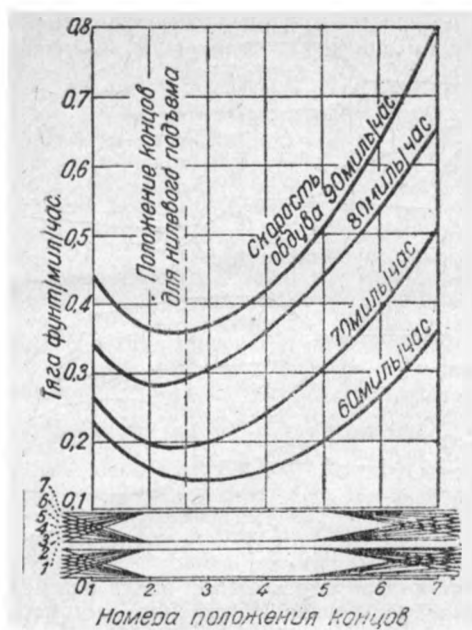


Рис. 5.

уменьшено на 38% при скорости 60 миль/час и на 20% при скорости 90 миль/час.

Результаты этих испытаний были использованы при проектировании обтекаемого кузова на шасси ГАЗ-А. Передний обтекатель и хвост несколько приподняты. На рис. 6 представлен общий вид спроектированного автомобиля. Машина производит на первый взгляд впечатление, что она много шире стандартной машины ГАЗ-А, на самом же деле по крыльям она такой же ширины. Правда, несколько шире сам кузов, но это не увеличивает габаритные размеры. Благодаря тому, что кузов шире, на переднем сиденье размещается 3 человека. Кузов двухдверный. Подножка находится внутри кузова. Спинки передних сидений, как и сами сиденья, откидные. Переднее стекло состоит из двух половин, расположенных под углом в  $154^\circ$  и наклонено назад под углом  $49^\circ$ .

Помимо того, что основным контурам были приданы надлежащие профили, значительное внимание было уделено также и отдельным деталям. Фары вделаны в крылья и имеют специальные обтекатели, сливающиеся с контурами крыльев. Замки у колота установлены с внутренней стороны, снаружи имеются лишь небольшие ручки. Доступ к мотору совершенно свободен, так что мотор можно снять, не трогая переднего обтекателя.

Запасное колесо крепится за задним сиденьем внутри кузова. Задние колеса целиком закрыты. Для смены колеса приходится снимать все крыло, для чего необходимо отвернуть два болта. Это представляет некоторое неудобство, но легко может быть устранено путем применения специального съемного щита, как это сделано например у Крейсера или Десото. Нужно сказать, что шасси ГАЗ-А является наименее приспособленным для установки на нем обтекаемого кузова. Шасси ГАЗ-А высококорамное, так что при всем желании не удалось снизить высоту машины. Высота получилась такая же, как и у автомобиля с обыкновенным кузовом-лимузин, а именно 1700 мм. При более удобной конструкции шасси или же, применяя несущий кузов типа Десото, Ситроен, высоту можно снизить до 1500 мм. Значительным препятствием к снижению высоты кузова явилась также задняя поперечина, выступающая над рамой. Поскольку высота кузова лимитировалась конструкцией шасси, длина хвостовой части получилась в результате построения соответствующего профиля и значительно большая, чем это требуется по условиям проходимости.

Длина всей машины 4970 мм. При низкорамном шасси или при несущем кузове длина хвостовой части при том же профиле получилась бы меньше. Сопротивление воздуха для такой машины получилось бы значительно меньше, во-первых, потому, что уменьшилась бы лобовая площадь и, во-вторых, потому, что в этом случае автомобиль получился бы лучшей обтекаемости благодаря более правильному сочетанию с аэродинамической точки зрения кузова с передним обтекателем и крыльями. Каркас кузова деревянный. Вес всей машины с инструментами и заправленной бензином и водой 1270 кг. Вес Форд-А-лимузин в тех же условиях 1170 кг. При тщательной конструктивной разработке каркаса вполне можно снизить вес обтекаемого кузова на 100 кг, и сделать равным по весу с обыкновенным лимузином.

#### Испытание моделей автомобиля ГАЗ-А с различными кузовами в аэродинамической трубе

Как уже упоминалось выше, обтекаемый кузов проектировался в основном для исследования влияния обтекаемости на динамику и экономику автомобиля. Эти исследования велись по двум направлениям. Вначале были проведены испытания различных моделей автомобиля в аэродинамической трубе, а затем сравнительные испытания автомобилей в дорожных условиях. Испытание модели в аэродинамической трубе проводилось в аэродинамической лаборатории им. проф. Жуковского Московского авиационного ин-та. Модели были сделаны в  $1/10$  натуральной величины. Такой масштаб был выбран, исходя из размеров трубы. Большинство иностранных исследователей в своих опытах применяли модели, выполненные в таком же масштабе, что дает возможность сравнить и проверить результаты испытаний. Всего было построено 5 моделей, изображенных на рис. 7.

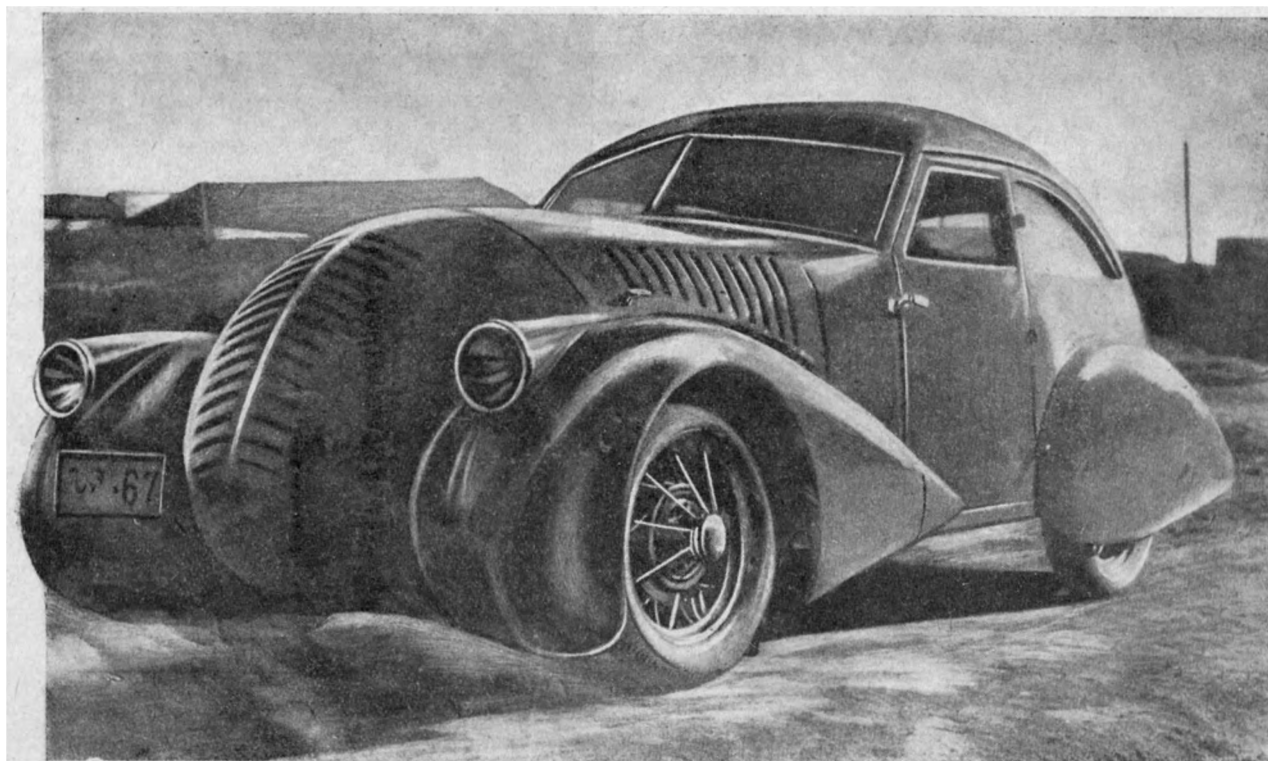
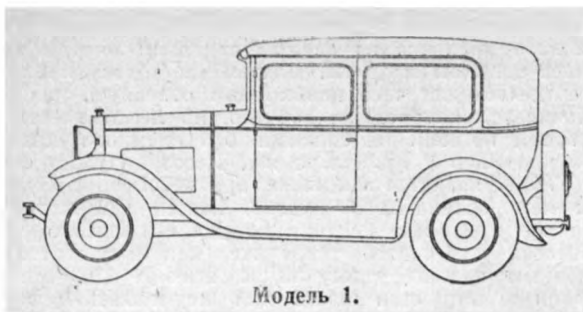
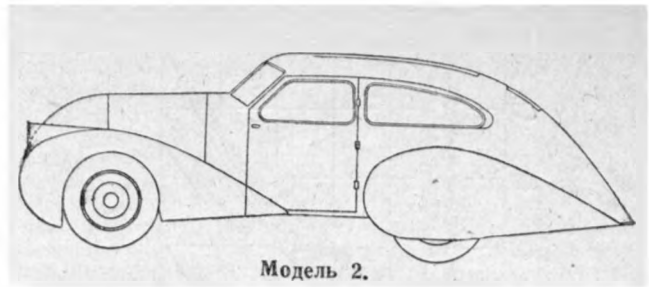


Рис. 6.

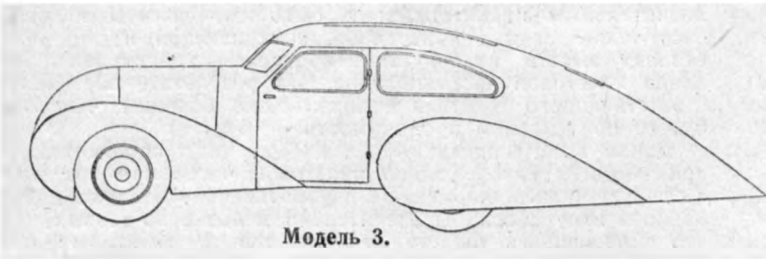


Модель 1.

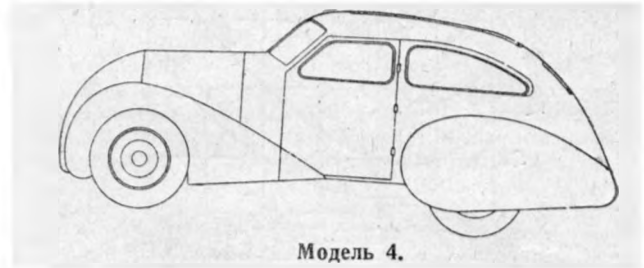
Рис. 7.



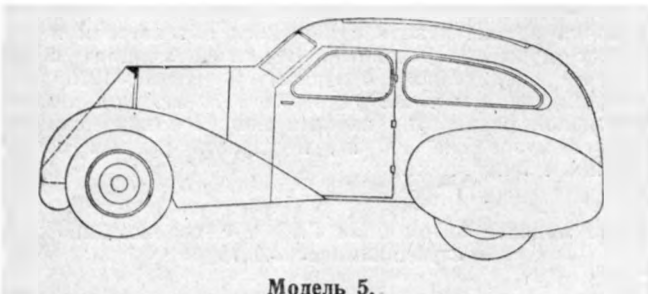
Модель 2.



Модель 3.



Модель 4.



Модель 5.

дороги, о котором говорилось выше, когда рассматривался вопрос о принципе построения обтекаемого автомобиля, модели испытывались попарно, так что одна являлась как бы зеркальным отображением второй. Этот метод продувки основан на предположении, что в плоскости разбега моделей получится прямолинейный слой воздуха,двигающийся со скоростью равной скорости продувки. Фактически этого конечно не бывает. Очевидно, что между моделями образуются вихри, поочередно переходящие линию разбега. Однако многочисленные опыты, проведенные различными исследователями, говорят о том, что данные по аэродинамическому сопротивлению, полученные таким методом, являются достаточно точными и процесс образования вихрей более соответствует действительному явлению, происходящему при движении автомобиля по дороге, чем при продувке одной модели, свободно подвешенной в трубе. При продувке одной модели, установленной на пол, условия опыта тоже будут отличны от тех, в которых работает машина, так как здесь появится трение воздуха о пол. И наконец наиболее совершенный метод продувки, ближе всего воспроизводящий условия работы автомобиля, это—продувка одной модели, подвешенной над полом, двигающемся со скоростью воздуха.

Модель 1—это стандартный автомобиль Форд-А Тюдор.

Модель 2—опытная конструкция обтекаемого автомобиля.

Модели 3, 4 и 5—различные вариации обтекаемого автомобиля. Во всех трех последних моделях изменялась лишь форма передка и хвоста. Средняя часть между осями оставалась неизменяемой, такую же как и у модели 2. Устанавливались модели не на проволочной подвеске, как это обычно принято, а на жесткой оправке, связанной системой рычагов с весами. Такая система установки позволила провести продувку моделей под различными углами для определения влияния бокового ветра на аэродинамическое сопротивление автомобиля. На рис. 8 и 9 изображены установленные в трубе модели 1 и 2 при продувке под различными углами. Для того, чтобы учесть влияние

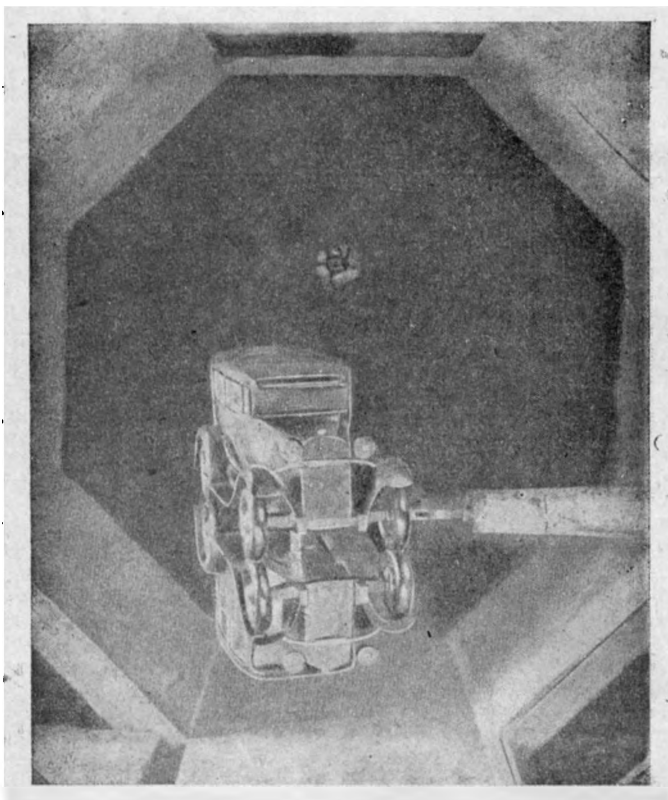


Рис. 8.

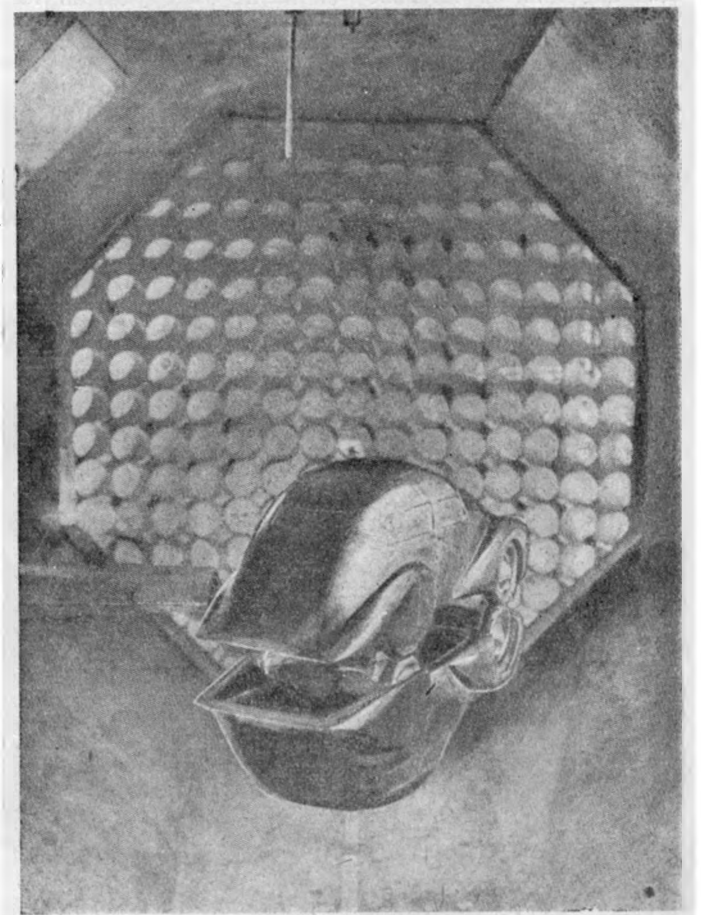


Рис. 9.

а такая попытка была предпринята 20 лет назад инж. Эйфилем. Вместо пола он применил широкий бесконечный ремень, но в виду сложности механизма и ряда других причин, от этой конструкции пришлось отказаться. Однако в 1934 г. этот метод удалось осуществить проф. Клемин в Daniel Guggenheim School of Aeronautics. Он точно так же применил бесконечный ремень. При этом, благодаря тщательной разработке конструкции, ему удалось избежать выпучивания и хлопанья ремня. Ремень двигался абсолютно горизонтально и не давал ни малейшего биения. Опыты по продувке различными методами, проведенные профессором Клемином, показали, что результаты, полученные продувкой моделей, установленных в зеркальном отображении, очень близко подходят к данным продувки одной модели, установленной над двигающимся ремнем.

Очень существенным является вопрос, можно ли коэффициент сопротивления воздуха, полученный для моделей, считать равным коэффициенту сопротивления для автомобиля в натуральную величину. Закон подобия говорит, что коэффициент сопротивления для подобных тел будет один и тот же при одинаковых Рейнольдсовых числах. Рейнольдсово число  $R = \frac{\rho v l}{\mu}$

где  $v$ —скорость движения воздуха относительно тела в м/сек,  $l$ —какой-либо линейный размер тела в м.,  $\nu$ —кинематическая вязкость воздуха—величина, зависящая от температуры и давления. Применяя закон подобия в нашем случае, можем сказать, что модель автомобиля и сам автомобиль при прочих равных условиях имеет равные коэффициенты сопротивления в том случае, если скорости обратно пропорциональны каким-нибудь друг другу соответствующим линейным размерам. В качестве такого линейного размера берем  $\sqrt{F}$ , где  $F$ —лобовая площадь. Следовательно коэффициент сопротивления автомобиля при скорости движения 10 м/сек. будет равен коэффициенту сопротивления модели при скорости обдува последней 100 м/сек. Казалось бы, применяя модели небольшой величины, мы только тогда могли бы со всей уверенностью пользоваться полученными данными по коэффициентам сопротивления и прилагать их к автомобилю, если бы вели продувку на очень больших скоростях. Однако опыты подтверждают, что вполне можно пользоваться коэффициентами, полученными при продувке моделей и на небольших сравнительно скоростях.

По опытам многих исследователей коэффициент сопротивления у большинства моделей различных конструкций автомобиля и моделей машин и тел, значительно отличающихся от идеально-обтекаемого тела, вначале падает, а затем остается примерно постоянным, не зависящим от увеличения Рейнольдсова числа. Это подтвердили опыты проф. Лей. Проф. Лей продувал модель в одну восьмую натуральной величины и затем испытал автомобиль на ходу. Коэффициент сопротивления получился один и тот же. Как увидим в дальнейшем, это подтвердилось и опытами, проводимыми автором над обтекаемым автомобилем ГАЗ-А.

Сопротивление воздуху является следствием трех факторов: 1) давления встречных частиц воздуха; это сопротивление изменяется пропорционально квадрату скорости;

2) трения потока воздуха о поверхности автомобиля в тех случаях, когда этот поток параллелен какой-либо части автомобиля;

3) пониженного давления позади кузова; это разрежение изменяется пропорционально квадрату скорости.

Первое и третье сопротивление среды иногда объединяют и называют сопротивлением формы, так как оно является результирующей нормальных давлений на тело.

Для тел, не образующих позади себя разрежения и завихрения воздуха, третий фактор очень незначителен, и начинают превалировать первый и второй.

Поверхностное трение воздуха есть трение того же вида, что и трение жидкости при протекании ее по трубам, трение масла, протекающего через вискозиметр, или наконец трение пленок масла в подшипниках. Явление это состоит в следующем: очень тонкий слой воздуха прилипает к поверхности тела (автомобиля) и двигается с той же скоростью, что и тело. Следующий слой воздуха уже перемещается относительно первого, прилипшего к поверхности автомобиля, с некоторой незначительной скоростью, и между этими двумя слоями возникает трение. За этим слоем имеется еще ряд слоев, двигающихся относительно автомобиля со все увеличивающейся скоростью, и суммарное трение между этими слоями и есть поверхностное трение воздуха. Весь слой воздуха, двигающийся с замедленной скоростью, носит название пограничного слоя. Этот вид сопротивления воздуха не изменяется пропорционально квадрату скорости. Показатель пропорциональности здесь не 2, а 1,81. Для современных легковых автомобилей поверхностное трение составляет 10—15% общего сопротивления воздуха.

Следовательно основным сопротивлением является сопротивление формы, т. е. вихревое сопротивление. Для тел, значительно отличающихся по форме от идеально-обтекаемого тела, образование вихрей более устойчиво. Место срыва вихря обусловливается резкими переходами формы и с изменением скорости воздуха не перемещается вдоль тела. И чем меньше боковая поверхность, тем устойчивее образующиеся вихри, и для

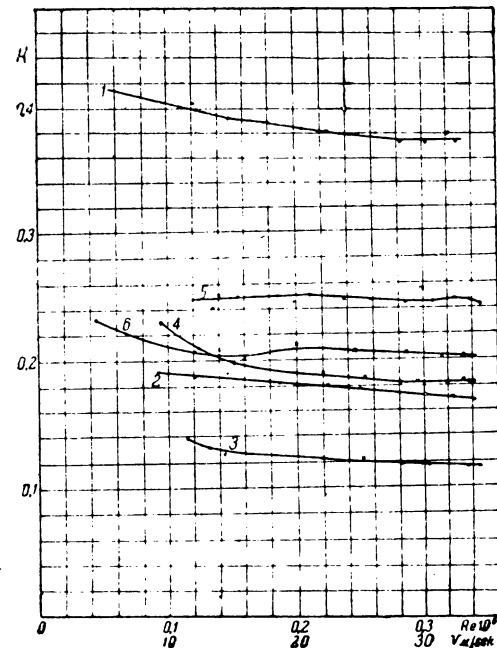


Рис. 10.

пластинок, помещенных перпендикулярно потоку воздуха, вихри образуются всегда по краям пластинки, и коэффициент сопротивления  $k$  совершенно не зависит ни от скорости, ни от размеров пластинки.

Для тел, близких идеально-обтекаемому, явление протекает несколько по-другому. Тело идеально-обтекаемой формы имеет значительную боковую поверхность и следовательно большое поверхностное трение, изменяющееся пропорционально не квадрату скорости, а скорости в степени 1,81. Сопротивление формы составляет процентов 60—70 общего сопротивления. Место срыва вихря и следовательно площадь вихревого пространства, вследствие отсутствия резких переходов формы, не так устойчиво и может меняться с изменением скорости воздуха и размеров тела, и следовательно будет меняться коэффициент сопротивления  $k$ . При продувке в аэродинамической трубе 6 различных моделей автомобиля ГАЗ-А (рис. 7) коэффициенты сопротивления этих моделей почти не изменяются с увеличением скорости продувки; этим самым подтверждается сказанное выше об устойчивости образующихся вихрей. График, изображенный на рис. 10, дает эту зависимость коэффициентов от скорости продувки. Как видим, начиная со скорости в 20 м/сек. у большинства моделей коэффициент сопротивления с увеличением скорости воздуха остается постоянным. На скорости продувки в 30 м/сек., коэффициенты сопротивления имеют следующие численные значения, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Коэффициенты сопротивления воздуха  $k$  для моделей автомобиля ГАЗ-А с различными кузовами

№ модели	Тип кузова	Коэффициент сопротивления $k$	Приведенное значение $k$ в %
1	Форд-А лимузин 1930 г. . . . .	0,376	100
2	ГАЗ-А обтекаемый . . . . .	0,175	46,5
3	» . . . . .	0,119	31,6
4	» . . . . .	0,187	49,0
5	» . . . . .	0,25	66,5
6	» . . . . .	0,205	54,0

Сопротивление модели 2, т. е. модели автомобиля с обтекаемым кузовом, построенным в натуру, составляет 46% от сопротивления Форд-А—лимузин и равняется 0,175.

Для лучших образцов обтекаемых автомобилей, где разработан не только кузов, но и сконструировано соответствующее шасси, коэффициент сопротивления  $k = 0,15—0,16$ . Как видно, построенный кузов очень близко подходит к лучшим образцам обтекаемых кузовов. При конструировании остальных моделей имелось в виду с одной стороны исследовать, насколько улучшится обтекаемость при соблюдении лучших пропорций между длиной и высотой и, с другой стороны, насколько она ухудшится при приближении длины автомобиля к нормальным габаритным размерам. У всех трех моделей фары вделаны в крылья и совершенно не выступают из их контура. Результаты продувки говорят, что при соблюдении более правильных пропорций между длиной и высотой—обтекаемость значительно улучшится. Коэффициент  $k$  для модели № 3—0,119, т. е. коэффициент равняется наилучшему коэффициенту сопротивления для обтекаемых автомобилей.

При описании конструкции обтекаемого кузова, спроектированного для шасси ГАЗ-А, мы говорили, что с понижением высоты машины, сопротивление уменьшится по двум причинам. Во-первых, потому что уменьшится лобовая площадь и, во-вторых, потому что с понижением высоты кузов даст лучшее сочетание с аэродинамической точки зрения с передним обтекателем и крыльями. Здесь мы видим как раз подтверждение второго положения; правда, в данном случае менялась не высота машины, а длина, но соотношение между высотой и длиной точно так же уменьшалось.

Модели обтекаемого автомобиля 4 и 5 имеют коэффициент сопротивления соответственно 0,187 и 0,25. Модель 5 по своим габаритам не больше, чем Форд-А—тимузин, и все же она имеет сопротивление на 34% меньше. Объясняется это тем, что данный тип кузова имеет большие радиусы закруглений и более правильную форму передней части. В обычных машинах выступающие части: фары, гудки, подножки, запасные колеса и т. п. При конструировании автомобиля нужно стремиться по возможности закрыть все выступающие части или слить их с общим контуром. Насколько сильно влияют на аэродинамическое сопротивление фары, мы можем судить хотя бы по данным продувки модели обтекаемого автомобиля модели 6. Эта модель отличалась от 2-й только тем, что фары у нее были несколько большего размера. Увеличение размера фар скрадывает все преимущества модели 2 по сравнению с моделью 4. В современных конструкциях обтекаемых автомобилей, как например Крайслер, Десото, фары совершенно не выступают из общего контура передней части.

Для исследования влияния бокового ветра на аэродинамическое сопротивление автомобиля была проведена продувка моделей, устанавливаемых под различными углами к потоку воздуха.

При работе автомобиля в естественных условиях редко бывает тихая, безветренная погода. Обычно дует ветер, достигающий иногда значительной силы. При встречном или попутном ветре сопротивление воздуха легко подсчитать по несколько видоизмененной формуле 1:

$$N_w = \frac{k \cdot \rho \cdot F \cdot (v \pm w)^2 \cdot v}{3,6^3 \cdot 75} \quad (2)$$

где  $w$ —скорость ветра в км/час. Знак плюс берем при встречном ветре, знак минус—при попутном. На поверхности дороги скорость ветра несколько меньше, но толщина слоя воздуха, двигающегося с замедленной скоростью, очень незначительна и практически влиянием этого фактора на общее сопротивление воздуха можно пренебречь. Несколько сложнее обстоит дело с подсчетом потери мощности на сопротивление воздуха при боковом ветре. Часто боковому ветру не придают никакого значения, считая, что боковой ветер, дующий перпендикулярно направлению движения автомобиля, не создает никакого аэродинамического эффекта, вызывая лишь небольшое увеличение сопротивления качению за счет боковой деформации шин.

Представим себе автомобиль, двигающийся с определенной скоростью и обдуваемый ветром сбоку под углом  $90^\circ$ . Если пренебречь влиянием дороги, трением воздуха о дорогу, то условия езды будут такими же, как если бы автомобиль обдувался воздухом под некоторым углом со скоростью, равной геометрической сумме скоростей встречного потока воздуха и ветра. Разберем пример. Автомобиль (модель 1) движется со скоростью  $v = 52$  км в час, и на него с боку дует ветер под углом  $90^\circ$  со скоростью 30 км/час. Складывая геометрически скорость встречного воздуха  $v$  и  $w$ , получим:

$$R = v + w = 60 \text{ км/час.}$$

Угол между направлением движения и  $R$  в данном случае будет  $30^\circ$ .

Принимая лобовую площадь автомобиля  $F = 2,3 \text{ м}^2$  и коэффициент сопротивления при лобовом обдуве  $k = 0,376$ , определяем потерю мощности на сопротивление воздуха при отсутствии бокового ветра.

$$N_w = \frac{k \cdot \rho \cdot F \cdot v^3}{3,6^3 \cdot 75} = 4,3 \text{ л. с.}$$

Если бы площадь  $F_2$  сечения автомобиля, перпендикулярного результирующему вектору  $R$ , была тоже  $2,3 \text{ м}^2$  и коэффициент сопротивления воздуха  $k$  при обдуве автомобиля сбоку также 0,376, то потеря мощности на сопротивление боковому обдуву была бы:

$$N_{w_a} = \frac{k \cdot \rho \cdot F \cdot R^3}{3,6^3 \cdot 75} = 6,65 \text{ л. с.}$$

Раскладываем на два направления—направление ветра и направление движения, получим:

$$N_w = N_{w_a} \cdot \cos \alpha = 5,75 \text{ л. с.,}$$

где  $N_w$ —составляющая потери мощности на сопротивление воздуха по направлению движения.

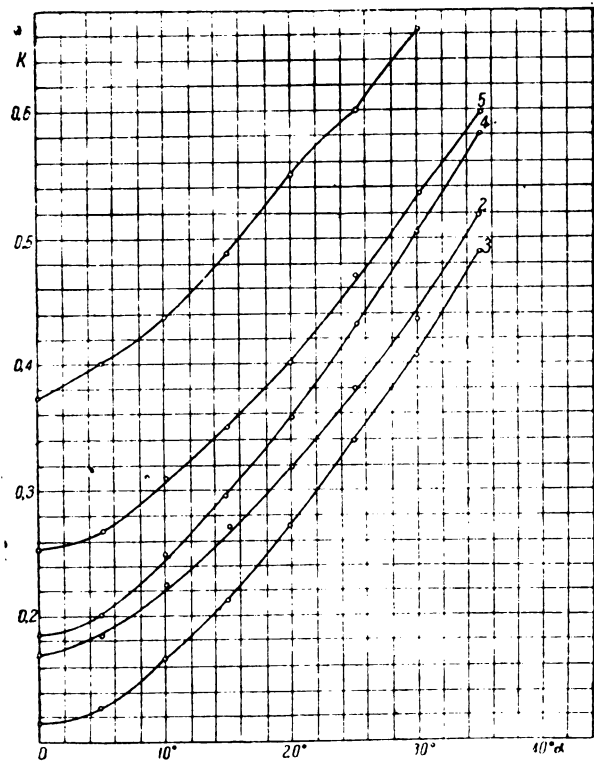


Рис. 11.

Сопротивление, которое приходится преодолевать при движении в случае бокового ветра, оказывается больше, чем без этого ветра, соответственно потеря мощности будет 5,75 в 4,3 л. с.

В этих подсчетах мы сделали допущения, что коэффициент сопротивления  $k$  при боковом обдуве тот же, что и при лобовом. Фактически же он значительно больше. На рис. 11 представлен график зависимости коэффициента  $k$  от угла обдува. Площадь сечения, перпендикулярного потоку воздуха, условно брали равной лобовой площади. Продувка велась при скорости потока воздуха 30 м в сек. Дополнительные продувки при постоянном угле обдува, но с переменной скоростью воздуха показали, что коэффициент сопротивления остается примерно постоянным на всех скоростях, так же как и при лобовом обдуве. Для обтекаемого автомобиля сопротивление растет гораздо быстрее с увеличением угла обдува, чем у необтекаемого. Для модели 3 коэффициент сопротивления при угле обдува в  $30^\circ$  возрастает в 3,5 раза, а для модели 1—в 1,8. Это объясняется тем, что с увеличением угла обдува у обтекаемой модели площадь сечения, перпендикулярного потоку воздуха, растет быстрее, и все же, несмотря на большее поперечное сечение, сопротивление обтекаемой модели 3 не превышает сопротивления модели 1 при лобовом обдуве.

При подсчете мощности, идущей на преодоление сопротивления воздуха при боковом ветре, необходимо вначале определить угол между скоростью движения и результирующей скорости ветра и скорости движения, т. е. угол обдува, а затем по графику, зная этот угол, найти и соответствующее значение  $k$ .

Мощность будет равняться:

$$N_w = \frac{k \cdot \rho \cdot F \cdot R^3}{3,6^3 \cdot 75} \cos \alpha \quad (3)$$

$R$ —результирующая скорость воздуха относительно автомобиля,  $\alpha$ —угол обдува.

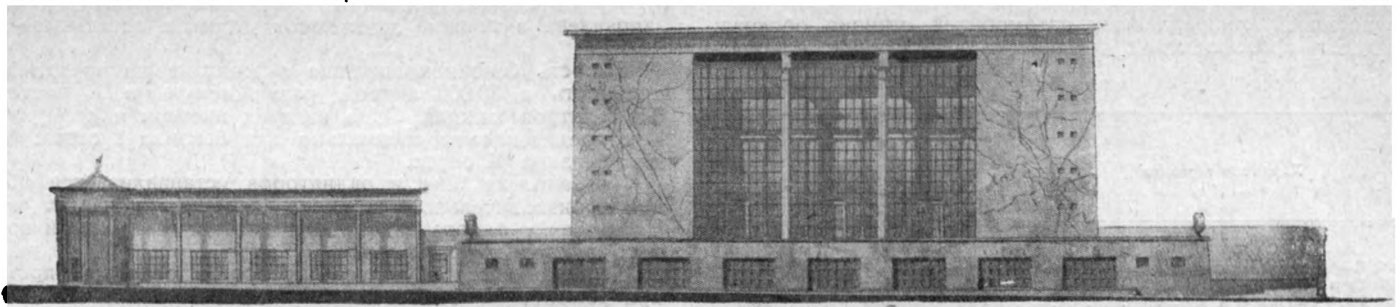
При угле обдува в  $30^\circ$   $k$  для данной модели равен 0,667.

Следовательно

$$N_w = \frac{k \cdot \rho \cdot F \cdot R^3}{3,6^3 \cdot 75} \cos \alpha = \frac{0,667 \cdot 0,125 \cdot 2,3 \cdot 60^3}{3,6^3 \cdot 75} \cdot 0,376 = 10,1 \text{ л. с.}$$

Боковой ветер, дующий со скоростью 30 км/час под углом  $90^\circ$  к направлению движения, при скорости автомобиля 52 км/час, увеличивает потерю мощности, идущей на преодоление сопротивления воздуха, больше чем в два раза.

Полученные опытные данные говорят, что боковой ветер значительно влияет на аэродинамическое сопротивление автомобиля.



## Проект гаража-отеля в Москве

Инж. Ю. С. ФЕЛЬЗЕР

Рост автомобильного транспорта в Москве вызывает к жизни новые формы его организации. До сих пор для ослабления влияния кустарных методов эксплуатации объединение автомобилей в укрупненных гаражах производилось по ведомственному признаку. В ближайшем будущем объединение мелких автохозяйств и отдельных владельцев машин следует проводить главным образом по признаку территориальному и признаку однотипности автомобилей.

Такая система не только значительно снизит народно-хозяйственные расходы на «холостые» пробеги автомобилей, но и даст более дешевое и лучшего качества их обслуживание.

Разумеется, постановка этой системы является самостоятельной большой задачей специальных предприятий.

Первое звено в сети строительства гаражей общего пользования составят проектируемые гараж и станция обслуживания при нем на Пресненском валу в Москве<sup>1</sup>.

Основные функции этого гаража—хранение, уход и профилактическое обслуживание, снабжение эксплуатационными материалами,—все виды ремонта за исключением капитального.

Избегая универсализма в деле гаражного обслуживания и настаивая на специализации гаражей в отношении типов обслуживаемых автомобилей, Авторемснаб остановился для данной точки на автомобилях, наиболее распространенных: ГАЗ-А (легковые) и ГАЗ-АА (грузовики).

При проектировании помещений гаража и станции обслуживания приняты основные габариты автомобилей ГАЗ-М1 и ГАЗ-АА. Гараж рассчитан на хранение и обслуживание 650 автомашин.

Авторемснаб проектирует в данной точке гаражное хозяйство для хранения и обслуживания именно 650 автомобилей.

Коэффициент готовности гаража принят равным 0,85; количество стояночных мест для такого хозяйства установлено 552. Что касается производительности станции обслуживания, то она проектируется на обслуживание 630 автомобилей в две смены, остальные 20 машин и неприкрепленные к хозяйству машины идут обслуживаться третьей сменой.

В соответствии с этим в проекте принято 500 стояночных мест для сдачи в аренду 5 мест для разных автомобилей, обслуживающих организацию Авторемснаба. По отдельным типам автомобиля количество стояночных мест следующее:

ГАЗ-А . . . . .	424 единицы или 76,9%
ГАЗ-АА . . . . .	104 * * 19,8%
Я-Г5 . . . . .	12 * * 3,2%
ЗИС-5 . . . . .	12 * * 2,2%
<b>Итого . . . . .</b>	<b>552 единицы или 100%</b>

Всего легковых автомобилей . . . . . 424 или 77%  
Всего грузовых автомобилей . . . . . 128 или 23%

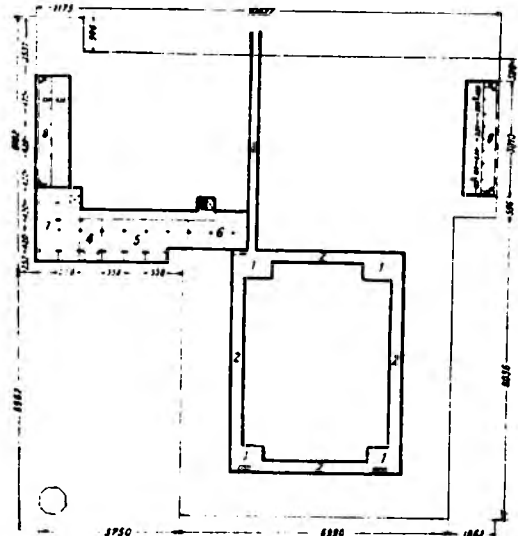
Проектируемый гараж будет выполнять роль районного. Однако, следует отметить, что до осуществления сети гаражей

<sup>1</sup> Авторы проекта: проектное бюро Авторемснаба и планировочная мастерская № 1 в лице технолога Ю. С. Фельзера, архитектора А. К. Бутова, при участии арх. Ю. Н. Емельянова, конструктора Н. П. Крымского.

общего пользования данный гараж, и особенно станция обслуживания при нем, очевидно получат общемосковское значение.

Главнейшие оперативные функции гаража и станции обслуживания заключаются в следующем:

- 1) Паркинг легковых автомобилей и грузовых до 1½ т, а также небольшого числа ЗИС-5 и ЯГ-5.
- 2) Заправка автомобилей горючим и маслом.
- 3) Скорая помощь легковым автомобилям и 1½-тонным грузовикам на дороге.
- 4) Чистка и мойка автомобилей.
- 5) Осмотр всех механизмов автомобиля, крепёжные работы, предупредительные ремонты и регулировка тормозов.



План подвала

1—вентиляционная камера, 2—проходной кольцевой тоннель, 3—проходной тоннель, ведущий в котельную 1,60×1,80, 4—разгрузочная 60 м², 5—подвальное отделение склада материалов 200 м², 6—маслохранилище 114 м², 7—резинохранилище 200 м², 8—цокольный ярус смотровых ям.

6) Смазка механизмов автомобиля (смазка А, Б и В).  
7) Монтаж колес шинами, их заправка воздухом и ремонт камер.

8) Зарядка и ремонт аккумуляторов.  
9) Осмотр и ремонт электрооборудования автомобиля и регулировка фар и прожекторов.

10) Производство ремонтов №№ 1а, 1б и ремонта № 2 со сменой частей и агрегатов машины и ремонтом деталей, не требующих специального станочного оборудования. В случае необходимости полного ремонта каких-либо агрегатов он будет производиться на авторемонтном заводе, за исключением передней оси и руля, которые будут ремонтироваться на станции обслуживания.

В отношении прикрепленных автомобилей станция обслуживания будет производить периодически следующие операции (табл. 1).

Таблица 1

Характер ремонта	Пробег в км	
	ГАЗ-А	ГАЗ-АА <sup>1</sup>
Ремонт № 0—ежедневный или после пробега . . .	100	125
Ремонт № 1а и смазка А . . .	500	500
Ремонт № 1б и смазка Б и В . . .	2500	2500
Дефектный ремонт . . .		
Ремонт № 2 . . .	10 000	10 000

<sup>1</sup> В виду незначительного числа автомобилей ЗИС-5 и ГАЗ-5, они при расчете отдельно во внимание не принимаются.

**Режим, измерители эксплуатации автотранспорта и режим работы гаража и станции обслуживания.**

- 1) Число рабочих дней предприятия в году—360.
- 2) Цикличность операций по уходу и ремонту автомобиля в км: ГАЗ-А—30 000, ГАЗ-АА—30 000.
- 3) Число дней работы автомобиля за цикл: ГАЗ-А—300, ГАЗ-АА—240<sup>1</sup>.
- 4) Число рабочих дней в цикле: ГАЗ-А—342, ГАЗ-АА—233.
- 5) Коэффициент готовности парка: ГАЗ-А—0,88, ГАЗ-АА—0,85.
- 6) Суточный средний пробег автомобиля: легкового 100 км, грузового—125 км.
- 7) Средний годовой пробег автомобиля: ГАЗ-А—31 700 км, ГАЗ-АА—38 200 км.
- 8) Режим работы гаража—круглосуточный, непрерывный.
- 9) Режим работы станции обслуживания по ремонту № 2—односменный, на основе прерывной недели с 7-часовым рабочим днем.
- 10) Режим работы станции обслуживания по остальным видам работ—двухсменный, на основе прерывной недели, по 14 часов в сутки. Кроме того, по мере надобности, предполагается работа в третью смену, сокращенную по количеству обслуживающего персонала.

#### Паркинг

Автомобили будут приниматься от линейных шоферов и выдаваться им в вестибюле гаража. Установка автомобилей в стоянку и вывод их в вестибюль будет производиться гаражными шоферами, которым единственно разрешается доступ в стоянку. Посещения стоянки другими лицами будут регламентироваться особыми правилами.

На паркинг будут приниматься автомобили учреждений и лиц—на постоянный, на временный или даже однократный, кратковременный. Кроме того автомобили будут приниматься и на длительное хранение при их консервации.

Для въезда и выезда автомобилей и для приема и сдачи их клиентам, прибывшим как по вопросам паркинга, так и обслуживания и ремонта, запроектирован вестибюль. В часы утреннего разезда средства междуэтажного сообщения и вестибюль должны обеспечить эвакуацию 221 автомобиля в час, что является «пиковой» нагрузкой.

При нормальной эвакуации все машины, кроме расположенных в первом этаже 57 машин, проходят через один проезд.

Если принять скорость 6 км/час, то средние интервалы между машинами составят 26 м, что очень свободно.

Эвакуация в случае опасности будет происходить через два проезда, ибо въездной пандус на этот случай может быть использован также для выезда. При повышении скорости движения до 8 км в час и разрывах между автомобилями по 10 м, время полной эвакуации гаража на случай несчастия, при наличии соответствующего числа шоферов будет равно 28 минутам.

Американцы считают пропускную способность одной ramпы средней ширины при движении по ней в одном направлении—900 автомобилей в час, что соответствует скорости движения автомобилей в 13,5 км в час, с интервалами между ними в 10 м.

Для клиентов, прибывших за своими автомобилями, запроектирована комната и при ней диспетчерская, связанная сигнализацией и телефонами, для вызова затребованных автомобилей.

#### Заправка бензином

Заправочная станция организуется на углу площадки с расположением ее «по ходу» движения выезжающих из гаража машин. Она рассчитана на обслуживание 70% всех ходовых автомобилей, прикрепленных к стоянке, и 160 транзитных автомобилей, т. е. около 560 автомобилей за 15 часов—с 8 час. 30 мин. до 0 час. 30 мин., или около 37 автомобилей в час, в качестве «средней» нагрузки и на 100 автомашин в час при нагрузке «пиковой».

Операция заправки принята в 3 мин. на машину, а число колонок—5. Часть автомобилей (до 43% нуждающихся) будет

заправлена в течение двух часов утром, а остальные—в разное время.

Емкость бензinoхранилища рассчитана на трехдневную потребность в 30 000 литров, размещаемую в 6 цистернах по 5 000 литров каждая. Одна из этих цистерн и одна из 5 колонок предназначены специально для бензина I сорта; остальные для бензина II сорта.

На заправку шин и радиаторов устанавливается оборудование производительностью около 15 машин в час, т. е. 3 поста. На заправку одного автомобиля сжатым воздухом и водой принято в среднем 10 минут.

Доливка масла в картер мотора в основном производится при ремонте № 0, но в отдельных случаях может осуществляться также и на заправочной станции.

Станция будет выполнять следующие операции скорой помощи: буксировку аварийных автомобилей и командировку на линию дополнительного рабочего или механика.

Для этого предполагается применять крановый автомобиль, который должен иметь паркинг в партере.

#### Мойка и уборка

В ненастные дни необходимо мыть и чистить все обслуживаемые станцией 424 легковых и 128 грузовых автомобилей. Машины, не прикрепленные к гаражу, в эти дни будут приниматься на мойку и чистку лишь в свободное время.

Мойка и уборка автомобилей организована на двух самостоятельных потоках, чтобы иметь возможность технического выполнения этих операций для большого количества машин, и для использования мест мойки грузовых автомобилей для выполнения случайных моечных работ в те периоды, когда общая цепь мойки не работает.

Моечная линия принята с производительностью в 25 автомобилей в час. Такое примерно устройство в виде конвейера осуществлено в гараже НКТП СССР и оправдало себя на практике. Названный конвейер берется в данном проекте за основу для легковых автомобилей. Он пропускает все легковые машины за 17 часов. Рабочий ритм конвейера принят в 2,4 минуты, т. е. он будет давать через каждые 2,4 мин. один вымытый и убраный автомобиль. Скорость конвейера принята округленно 2,5 м в минуту. Мойка грузовых автомобилей будет организована на отдельном потоке производительностью 128 автомобилей за две смены.

#### Поточная система профилактики

Принимая во внимание необходимость производства до 92 ремонтов № 1а и 17 ремонтов № 1б за две смены и однообразный характер этих процедур, находим целесообразным организацию каждой из них на потоке.

С моечного конвейера машины поступают или в стоянку или на один из конвейеров профилактического ремонта. Машина, прошедшая 500 км поступает на конвейер № 1а, и машина прошедшая 2500 км, поступает на конвейер № 1б. На конвейере № 1б повторяются все профилактические операции, производящиеся на конвейере № 1а, и добавляются работы по демонтажу и монтажу ступиц колес, смене смазки в картерах коробки передач и дифференциала (через 5000 км), некоторые крепежные работы по шасси и подкраска кузова.

По посту № 1 машину осматривают бригадир и электрик. В случае надобности снимается аккумулятор и производятся верхние крепежные работы. Начиная с первого поста, вдоль всего конвейера № 1а непрерывно движется трос со скоростью 0,5 м/сек. Машина катится на своих колесах по направляющим, которые местами переходят в специальный подколесный путь. В случае необходимости передвинуть машину с поста на пост, ось машины сцепляют с тянущим ее непрерывно движущимся тросом. Остановка машины на следующем посту происходит автоматически посредством расцепляющего приспособления. На постах №№ 2 и 3 производятся крепежные работы, причем на посту № 2, для удобства работы под крыльями, передняя ось поднимается домкратом, установленным на колонке под передней осью, а подколесный путь (в данном месте) отводится из-под колес.

На посту № 4 производится смазка машины снизу.

Посты № 2, 3 и 4 расположены в открытой «ямке», имеющей глубину и профиль пола, наиболее удобные для производства соответствующих работ. Остальные посты обеспечивают положение рабочего на уровне пола (за исключением регулировки тормозов).

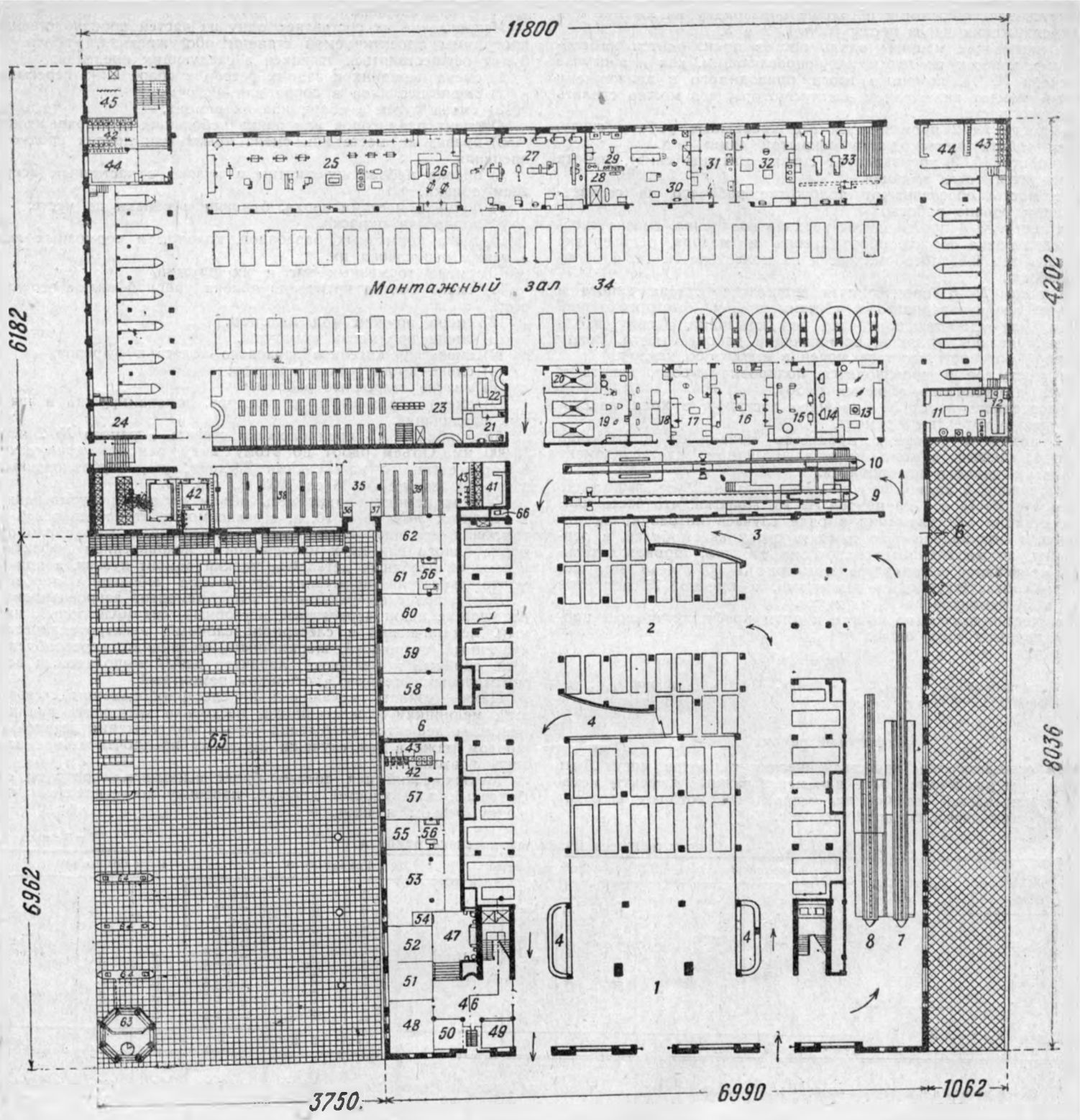
На посту № 5 производится регулировка электрооборудования, смазка сверху, регулировка и выслушивание мотора, а также и проверка люфта колес.

На последнем посту № 6 регулируются тормоза на аппарате «Каудрей» с одной парой кареток.

По очереди регулируются передние, а потом задние тормоза. Одновременно полируются сверху кузов, капот и крылья. С последнего места машина поступает самоходом в холл, стоянку или, в случае обнаружения дополнительных дефектов—в монтажный зал.

На первом посту конвейера машина осматривается бригадиром. Обойщик осматривает состояние обивки. Электрик прове-

<sup>1</sup> Расчет этих данных—в таблице 4.



П л а н п е р в о г о э т а ж а .

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Холл для приемки и сдачи автомоб. клиентам.</li> <li>2. Стоянка автомобилей, ожид. процед. или сдачи.</li> <li>3. Рампа для въезда.</li> <li>4. Рампа для спуска.</li> <li>5. Ложа для контроля приб. и уход. автомобилей.</li> <li>6. Запасный выезд.</li> <li>7. Моечный конвейер легковых автомобилей.</li> <li>8. Моечный конвейер грузовых автомобилей.</li> <li>9. Конвейер профилактик. обслуж. (ремонт № 1а).</li> <li>10. Конвейер ремонта № 1б.</li> <li>11. Аккумуляторный цех.</li> <li>12. Зарядная станция.</li> <li>13. Шинно-монтажная.</li> <li>14. Вулканизационная для камер.</li> <li>15. Компрессорная для камер.</li> <li>16. Электротехническая для камер.</li> <li>17. Жестяницкая.</li> <li>18. Обойная.</li> <li>19. Малярная.</li> <li>20. Камера пульверизационной окраски.</li> <li>21. Инструментальная ремонтная.</li> <li>22. Инструментальная раздаточная.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>23. Склад частей и материалов.</li> <li>24. Контора станции обслуживания.</li> <li>25. Агрегатная.</li> <li>26. Моечная для частей.</li> <li>27. Механический цех.</li> <li>28. Термическая.</li> <li>29. Сварочная.</li> <li>30. Кузничная.</li> <li>31. Медницкая.</li> <li>32. Ремонтно-слесарная (отд. мех. ника).</li> <li>33. Деревообделочная.</li> <li>34. Монтажный зал на 62 машино-места.</li> <li>35. Проходная для раб. ст. обслуживания.</li> <li>36. Табельная.</li> <li>37. Сторожка.</li> <li>38. Гардеробная мужская.</li> <li>39. Гардеробная женская.</li> <li>40. Душевая мужская.</li> <li>41. Душевая женская.</li> <li>42. Умывальная и уборная мужская.</li> <li>43. Умывальная и уборная женская.</li> <li>44. Курительная.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>45. Кладовая для продуктов.</li> <li>46. Вестибюль для приема клиентов.</li> <li>47. Комната клиентов.</li> <li>48. Комната шоферов.</li> <li>49. Гардероб.</li> <li>50. Зав. обслуживанием клиентов.</li> <li>51. Диспетчерская.</li> <li>52. Эксплуатационная контора.</li> <li>53. Бу-галлерея и счетоводство.</li> <li>54. Касса.</li> <li>55. Директор предприятия.</li> <li>56. Секретариат.</li> <li>57. Управление делами.</li> <li>58. Отдел труда и быта.</li> <li>59. Отдел снабжения и хозяйств.</li> <li>60. Планово-экономическое бюро.</li> <li>61. Главный инженер предприятия.</li> <li>62. Технический и производственный отдел.</li> <li>63. Павильон с двумя бензоколоноками.</li> <li>64. Островок с двумя бензоколоноками.</li> <li>65. Открытый паркинг автомобилей.</li> <li>66. Бункер для приема сбрасываемого перху мусора.</li> </ol> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

дрет состояние электрооборудования и концентрацию электролита аккумулятора, и в случае необходимости аккумулятор подпитывается электролитом и проходит подзарядку на машине при ее передвижении через посты №№ 1, 2 и 3.

Перекачивание машины вдоль постов производится на собственных колесах по таким же направляющим, как и в случае конвейера № 1а, помощью троса, приводимого в движение в нужный момент включением электромотора, что можно сделать с каждого поста.

По посту № 2 производятся все крепежные работы снизу, причем работа происходит в открытой «яме».

На посту № 3 производится смазка машины снизу, работа производится тоже в «яме».

Все посты обеспечивают положение рабочего на соответствующем уровне работы.

На посту № 4 производится верхнее крепление, смазка сверху, регулировка электрооборудования и мотора, регулировка тормозов тем же способом, как и на конвейере № 1а, и обойные работы.

На посту № 5 производится подкраска кузова, капота и крыльев из пульверизатора с применением быстросохнущей краски. Для удобства подкраски под крыльями в полу, вдоль машины, сделаны приямки, понижающие рабочее место. Ввиду пожарной опасности, пост заключен в вытяжную камеру.

На посту № 6 производится полировка кузова, капота и крыльев и окончание обойных работ.

С последнего поста № 6 машина поступает в холл, на стожку или в дефектный ремонт.

Все подсчеты основных процессов приведены в таблицах 2, 3 и 4, дающих в компактном и наглядном виде фундамент технологии данного предприятия.

На таблице 4 видно, что за сутки должно быть выполнено 92 ремонта № 1а и 17 ремонтов № 1б. Полагая, что часть клиентов станции обслуживания в ряде случаев потребует не точного, а индивидуального ремонта своих автомобилей, в особенности, по выделенным смазочным работам, производительность конвейеров установлена примерно в 80% всей загрузки станции соответствующими ремонтами, а именно: 75 ремонтов № 1а и 14 ремонтов № 1б за сутки.

Количество постов на потоке и ритм профилактических процессов приняты следующие:

	Ремонт № 1-а	Ремонт № 1-б
Ритм процесса . . . . .	10 мин.	40 мин.
Количество постов . . . . .	6	6

### Дефектный ремонт

При осуществлении профилактических ремонтов могут быть обнаружены различные более или менее важные дефекты механизмов или частей автомобиля, исправление которых выходит за программу работ по профилактике.

Такие дефекты могут быть обнаружены и водителями машин в междуремонтные периоды. Различные дефекты машин возникают и при авариях.

Исправление их составляет одну из частей производственной программы проектируемой станции обслуживания. Работы эти будут осуществляться станцией в следующих пределах:

- 1) смена передних и задних рессор в сборе и их пересыпка,
- 2) смена передков в сборе или их ремонт,
- 3) смена рулей в сборе или их ремонт,
- 4) смена радиаторов или пайка небольших его повреждений;
- 5) правка на месте или смена крыла или других предметов оперения,
- 6) правка небольших вмятин в кузове с частичным вскрытием обивки,
- 7) починка местами верха, боковин и обивки на месте,
- 8) подправка окраски,
- 9) смена тормозных барабанов, колодок и тормозных лент, а также переклепка их,
- 10) смена тормозных тяг и их пружин,
- 11) смена болтов крепления яблока упорной вилки передней оси,
- 12) смена пружин под мотором,
- 13) смена предметов арматуры,
- 14) смена кронштейнов запасного колеса и буферов,
- 15) смена кронштейнов крыльев,
- 16) мелкие сварочные работы,
- 17) смена и ремонт амортизаторов, замена пружин и шаровых соединений.

Автомобили ГАЗ предусмотрено ставить в ремонт № 2 через 10 000 км. Объем работ по этому виду ремонта принимается в соответствии с установками Цудортранса, опубликованными в его бюллетене № 18 за 1933 г., стр. 20.

В этот ремонт входит весь объем работ, предусмотренный в ремонтах №№ 1а и 1б, и, в зависимости от особенностей автомобиля, его частичный ремонт, состоящий в замене или разборке одного или двух механизмов с исправлением дефектных и заменой негодных деталей и мелкий ремонт кузова, а при ремонте двигателя—испытание автомобиля небольшим пробегом.

Для выполнения указанных выше ремонтов запроектированы следующие цехи: агрегатный, рессорный, аккумуляторный, шинный, механический и слесарноподелочный, электротехнический, кузнечный, сварочный, жестяничий, медничий, деревообделочный, обойный и малярный. Характер работ, выполняемых вспомогательными цехами, в основном ремонтный.

Цехи—кузница, механический, слесарноподелочный, сварочный, медничий и жестяничий несколько увеличены для компенсации дефектов снабжения—путем поддержания деталей ремонтом даже в тех случаях, когда их предпочтительнее заменить новыми.

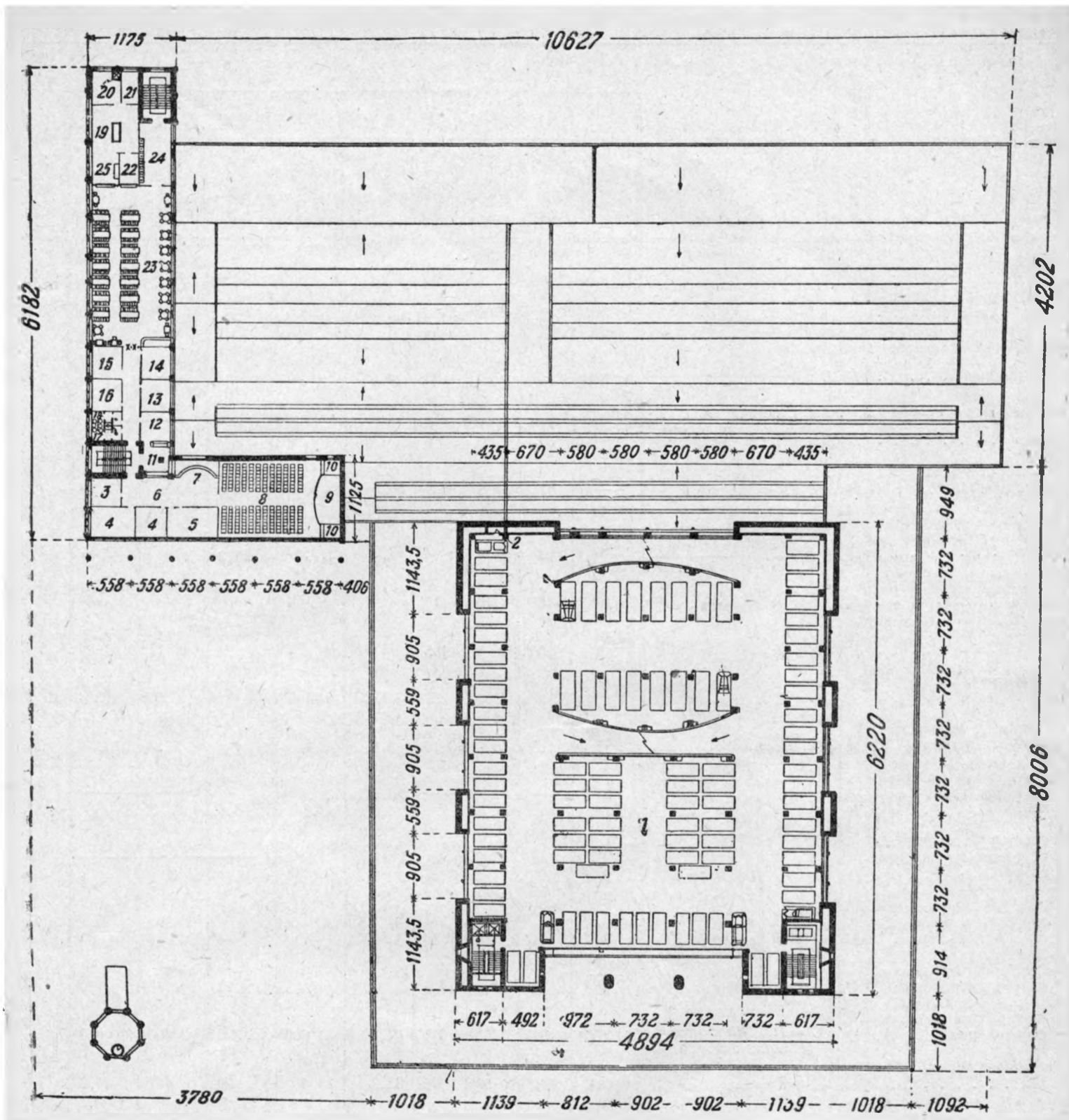
Механический цех должен будет выполнять: проточку сретенных поверхностей деталей; проточку после наплавки; проточку резьбы и проч.

Расчет процесса профилактического ремонта

Таблица 2

№ по порядку	Посты	Ремонт № 1а						Ремонт № 1б							
		Ритм потока 10'			Ритм потока 40'			Ритм потока 10'			Ритм потока 40'				
		Крепление сверху	Крепление снизу	Крепление снизу (продолж. нис)	Смазка снизу	Смазка сверху, регулировка мотора, пр. в. рка люфта, колес, регулировка электрооборудования и фар	Подливка и регулировка тормозов	Итого	Ожидание и предварительная инспекция	Крепление и смазка снизу	Крепление и смазка сверху, регулировка м. тора, электр., фар и тормозов	Подкраска	Полировка	Итого	
Показатели	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	Объем работы в человеко-минутах при выполнении полной программы операций—А. А—выяснено хронометражем	46,5'	54,5'	57,8'	20,2'	40,5'	30'	246' или 4,1 часа	40'	228,5'	75'	30'	40'	413,5' или 6 ч. 53 м.	
2	Коэффициент среднего выполнения программы операций, зависящий от обычного состояния автомобилей—Б. Б—установка и статистикой 1-й оп. эксп. ст. обс.	0,54	0,55	0,52	1,0	0,6	1,0	0,65	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
3	Средняя затрата рабочего времени на выполнение операции В. В=АхБ.	25'	30'	30'	20'	25'	30'	160' или 2 ч. 40 м.	40'	230'	80'	30'	40'	420' или 7 часов	
4	Расчетное количество одновременно занятых рабочих—Г. Г= $\frac{A}{\text{ритм}}$ .	2,5'	3	3	2	2,5	3	16	1	2,9	2,9	2	0,75	1	10,55
5	Принимаемое количество рабочих—Д. Д-Г.	3	3	3	2	3	3	17	1	3	3	1	1	11	
6	Простой автомобиля на операции.	10'	10'	10'	10'	10'	10'	60' или 1 час.	40'	40	40	40'	40'	40'	240' или 4 часа





П л а н в т о р о г о э т а ж а .

1. Стоянка.
2. Шахта для сбрасывания мусора.
3. Радиоузел.
4. Комнаты для кружков.
5. Библиотека.
6. Фойе.
7. Буфет.
8. Зрительный зал красного уголка.
9. Эстрада.
10. Артистическая.
11. Ожидательная медпункта.
12. М. душкст.
13. Комната матери и ребенка.

14. Ячейка ВЛКСМ.
15. Ячейка ВКП (б).
16. Местком.
17. Уборная мужская.
18. Уборная женская.
19. Кухня.
20. Заготовительная.
21. Гардм.муже.
22. Моечная посуды.
23. Обеденный зал.
24. Умывальники.
25. Раздаточная.

Расчет основных профилактических и ремонтных операций станции обслужи

№№ по порядку	Показатели	Условные обозначения	Формула расчета	ГАЗ-А (легко)										
				Станция обслуживания									Ремонт № 3 на ГАРЗе	
				Ремонт № 0	Смазка—А	Смазка—Б	Смазка—В	Ремонт № 1-а	Ремонт № 1-б	Дефектный ремонт	Аварийный ремонт	Ремонт № 2		
1	Периодичность процедур в км пробега . . .	А	Задается	100	500	2500	5000	500	2500	—	—	10 000	30 000	
2	Периодичность процедур в днях работы автомобиля . . . . .	Б	$B = \frac{A}{\text{суточный пробег}}$	ежеднев.	5	25	50	5	25	—	—	100	300	
3	Количество операций по одному автомобилю за цикл . . . . .	В	$V = \frac{\text{Цикличность в км исключаящ. операц.}}{A}$	240*	60	6	6	48	9	6%	18	—	2	1
4	Количество операций по одному автомоб. за год	Г	$G = B \times \text{Ш}$	252 50,5	63	6,3	6,3	50,5	9,45	18,9	—	2,1	1,05	
5	Количество операций по станции обслужив. за сутки . . . . .	Д	$D = \frac{G \times \text{число обслуж. автом.}}{\text{Число раб. дн. станц.}}$	336 67,3	84	8,4	8,4	67,3	12,6	25,2	—	3,36	1,68	
6	Простой автомобиля по одной процедуре . . .	Е	Е задается	0,5 <sup>д</sup>	15'	10'	15'	1 <sup>д</sup>	4 <sup>д</sup>	2 <sup>д</sup>	—	4 <sup>д</sup>	21 <sup>д</sup>	
7	Простой автомобиля за цикл . . . . .	Ж	$J = E \times B$	$\frac{120^d}{24^d}$	15 <sup>д</sup>	1 <sup>д</sup>	1,5 <sup>д</sup>	48 <sup>д</sup>	36 <sup>д</sup>	36 <sup>д</sup>	13 <sup>д</sup>	8 <sup>д</sup>	21 <sup>д</sup>	
8	Простой всех автомобилей за год . . . . .	З	$Z = J \times \text{Ш} \times \text{колич. обслуж. автом.}$	$\frac{60 \cdot 500^d}{12 \cdot 100^d}$	7560 <sup>д</sup>	504 <sup>д</sup>	756 <sup>д</sup>	24 200 <sup>д</sup>	18 140 <sup>д</sup>	18 140 <sup>д</sup>	6560 <sup>д</sup>	4030 <sup>д</sup>	10 600 <sup>д</sup>	
9	Расчетное количество мест для процедур . . .	И	$I = \frac{Z}{\text{Годовая отдача мест}}$	$\frac{12,9}{2,4}$	1,5	0,1	0,15	4,8	3,6	3,6	21,9	13,14	35,3	
10	Расчетное количество мест для групп процедур . . . . .	К	—	12,9 2,4	1,75			4,8	3,6	3,6	35,3		35,3	
11	Принятое количество мест для групп процедур . . . . .	Л	$L \approx K$	13 3	2			5	4	39		—		
12	Объем работы по одной операции в чел.-часах или чел.-мин. . .	М	М задается	30'	30'	15'	30'	160' или 2 <sup>д</sup> 40'	420' или 7 <sup>д</sup>	4 <sup>д</sup>	—	80	—	
13	Объем работы за цикл по одному автомобилю . .	Н	$N = M \times B$	120 <sup>д</sup> 24 <sup>д</sup>	30 <sup>д</sup>	1,5 <sup>д</sup>	3 <sup>д</sup>	128 <sup>д</sup>	63 <sup>д</sup>	72 <sup>д</sup>	180 <sup>д</sup>	160 <sup>д</sup>	—	
14	Объем работы за год по всему парку . . . . .	О	$O = N \times \text{Ш} \times \text{колич. обслуж. автом.}$	12 100 <sup>д</sup>	15100 <sup>д</sup>	755 <sup>д</sup>	1510 <sup>д</sup>	64 500 <sup>д</sup>	31 800 <sup>д</sup>	56 300 <sup>д</sup>	90 600 <sup>д</sup>	80 600 <sup>д</sup>	—	
15	Расчетное число рабочих . . . . .	П	$P = \frac{O}{1939}$	6,24	7,8	0,39	0,78	33,3	16,4	29	467	41,6	—	
16	Принятое число рабочих . . . . .	Р	—	7	9			50		29	88		—	
17	Количество рабочих, занятых в одну смену . .	С	$C = \frac{P}{\text{Число смен} \times \text{коэф. пересчета}}$	3	4			19		11	80		—	

\* Расчет ремонта № 0 производится в отношении 500 обслуживаемых автомобилей.

Числа в знаменателе обозначают количество операций, выполняемых непосредственно рабочими станции обслуживания. (Эти

\*\* Смазка Б и В рассчитываются, исключая операции, входящие в смазку А, при подсчете же последней принято в соображение

в ы е)		Г А З А А (г р у з о в ы е)											Общий итог		
Итого по станции обслуживания	Всего	Станция обслуживания									Ремонт № 3 на ГАРЗ	Итого по станции обслуживания	Всего	По станции обслуживания	Всего
		Ремонт № 0	Смазка—А	Смазка—Б**	Смазка—В**	Ремонт № 1-а (без смазки)	Ремонт № 1-б (без смазки)	Дефектный ремонт	Аварийный ремонт	Ремонт № 2					
—	—	125	500	2500	5000	500	2500	—	—	10.000	30.000	—	—	—	—
—	—	ежеднев.	4	20	40	4	20	—	—	80	240	—	—	—	—
389	390	180*	60	6	6	48	9	10% 24	—	2	1	335	336	—	—
408,6	409,6	36 230,5 46,1	76,8	7,68	7,68	61,4	11,5	30,7	—	2,56	1,28	428,82	430,1	—	—
545,26	546,94	96 19,2	32,0	3,2	3,2	25,6	4,8	12,8	—	1,28	0,64	178,88	179,52	724,14	726,46
—	—	0,5	15'	10'	15'	1 <sup>h</sup> 15'	5 <sup>h</sup>	2,5 <sup>h</sup>	—	4 <sup>d</sup>	18 <sup>d</sup>	—	—	—	—
257,5 21 <sup>d</sup>	257,5 42 <sup>d</sup>	90 <sup>h</sup> 18 <sup>h</sup>	15 <sup>h</sup>	1 <sup>h</sup>	1,5 <sup>h</sup>	60 <sup>h</sup>	45 <sup>h</sup>	60 <sup>h</sup>	17 <sup>d</sup>	8 <sup>d</sup>	18 <sup>d</sup>	2725 <sup>h</sup> 25 <sup>d</sup>	2725 <sup>h</sup> 43 <sup>d</sup>	—	—
129 800 <sup>h</sup> 50 590 <sup>d</sup>	129.800 <sup>h</sup> 21.190 <sup>d</sup>	17300 <sup>h</sup> 3450 <sup>h</sup>	2880 <sup>h</sup>	192 <sup>h</sup>	288 <sup>h</sup>	11 500 <sup>h</sup>	8650 <sup>h</sup>	11 500 <sup>h</sup>	3270 <sup>d</sup>	1535 <sup>d</sup>	3450 <sup>d</sup>	52 310 <sup>h</sup> 4 805 <sup>d</sup>	52 310 <sup>h</sup> 82.65 <sup>d</sup>	182 110 <sup>h</sup> 15 395 <sup>d</sup>	183 110 <sup>h</sup> 29 455 <sup>d</sup>
61,95	97,25	3,43 0,68	0,57	0,04	0,06	2,28	1,72	2,28	10,9	5,1	11,5	26,38	37,88	88,33	135,13
61,95	97,25	3,43 0,68	0,67			2,28	1,72	2,28	16,0		11,5	26,38	37,88	88,33	135,13
53	—	4 1	1			3	2	19			—	26	—	79	—
—	—	30' 90 <sup>h</sup>	30'	15'	30'	180' или 3 <sup>h</sup>	480' или 8 <sup>h</sup>	5	—	84 <sup>h</sup>	—	—	—	—	—
757,5 <sup>h</sup>	—	18 <sup>h</sup>	30 <sup>h</sup>	1,5 <sup>h</sup>	3 <sup>h</sup>	144 <sup>h</sup>	72 <sup>h</sup>	120 <sup>h</sup>	240 <sup>h</sup>	168 <sup>h</sup>	—	868,5	—	—	—
353 265 <sup>h</sup>	—	3460 <sup>h</sup>	5760 <sup>h</sup>	288 <sup>h</sup>	576 <sup>h</sup>	27 600 <sup>h</sup>	13 800 <sup>h</sup>	23 000 <sup>h</sup>	46000 <sup>h</sup>	32200 <sup>h</sup>	—	152 084	—	505 349 <sup>h</sup>	—
182,21	—	1,79	2,98	0,15	0,3	14,3	7,12	11,9	23,7	16,6	—	78,84	—	261,05	—
183	—	2	4			22		12	41		—	81	—	264	—
118	—	1	2			9		5	38		—	55	—	173	—

Количество автомобилей

Типы машин	Число обслуживаемых автомобилей	Число автомобилей в стоянке
ГАЗ-А	480	490 × 0,88 = 421
ГАЗ-АА	150	150 × 0,85 = 128
Итого	630	552

числа включены в количества, выраженные числителем).  
дополнительное число смазок А, осуществляемых при смазках Б и В.

**Подсчет дней работы**

		ГАЗ-А	ГАЗ-АА
Число дней работы автомобилей за цикл . . . . .	T	300	200
» » простоя в ремонте . . . . .	У	42	43
» » в цикле . . . . .	$\Phi = T + У$	342	283
Коэффициент готовности парка . . . . .	$X = \frac{T}{\Phi}$	0,88	0,85
Число рабочих дней автомобиля в году . . . . .	$\Pi = 360 \times X$	316	306
» циклов в году . . . . .	$\Pi = \frac{\Pi}{T}$	1,05	1,28

**Годовая отдача мест**

- а) При односменной работе и шестидневной неделе . . . . .  $300 \times 7 = 2100$  час.  
 б) » двухсменной » » шестидневной » . . . . .  $360 \times 14 = 5040$  »  
 Обслуживание ведется в две семичасовых смены.

**Количество рабочих дней**

	ГАЗ-А	ГАЗ-АА
Число дней работы автомобиля за цикл . . . . .	300	210
» » простоя в ремонте » » . . . . .	42	43
» » рабочих дней в году . . . . .	316	306
» » в цикле . . . . .	342	283
» циклов в году . . . . .	1,05	1,28
Коэффициент готовности парка . . . . .	0,88	0,85

Станция работает по всем видам обслуживания, кроме ремонтов аварийного № 2—360 дней в году. По аварийному ремонту и ремонту № 2—30 дней в году. Коэффициент для пересчета рабочей силы, потребной на работе, на штатную.  
 Для непрерывной недели . . . . .  $\frac{560}{277} \sim 1,3$   
 » шестидневки . . . . .  $\frac{300}{277} \sim 1,08$

К номенклатуре изготавливаемых им деталей относятся: некоторые бронзовые втулки, крепеж, детали ремонтных размеров, совершенно новые детали, не имевшиеся на машине и появляющиеся вследствие необходимости отремонтировать деталь, например: втулки в отверстия передней оси, шаровые головки упорной вилки передней оси, сошки рулевого управления, поворотные рычаги и проч.

Основной работой агрегатного цеха будет ремонт передних мостов и рулей. Комната для ремонта карбюраторов будет выполнять: ремонт, регулировку и тарировку карбюраторов.

Электротехнический цех будет обслуживать все нужды станции в электротехнических работах.

Кузнечно-рессорный цех запроектирован из расчета производства в нем следующих работ:

- 1) переборка рессор (с заменой листов) и приладкой;
- 2) рихтовка погнутых кронштейнов, тяг и проч., например: а) рычаги переключения скоростей (выравнивание, необходимо для обточки сработанного шарового яблока), б) кронштейны подножек, в) передний и задний буферы, г) опора фар и растяжка крыльев, д) ремонт оковки 1½-тонных грузовых машин, е) рулевые и тормозные тяги, ж) исполнение несложных поковок деталей для машин и для производственных нужд.

Характер работы сварочного цеха следующий: заварка мест разрыва крыльев, капотов, кузовов, наплавка сработанных поверхностей деталей рулевого управления и переднего моста и сварка сломанных частей и прочие сварочные работы.

В медницком цехе будут производиться ремонтные работы по системе питания, по радиатору, а также полировка металлических частей.

В жестяницком цехе—ремонтные работы, выполняемые ручным инструментом и несложными приспособлениями.

В деревообделочном цехе—ремонт и изготовление отдельных частей кузова, а также работы по самообслуживанию.

В обойном цехе будет производиться при ремонте № 2, частично при дефектном ремонте и ремонте № 1б, починка подушек и спинок, боковин и верха, со вскрытием и перепушкой обивки; регулировка подъема дверных стекол и замена битых.

Предполагается, что 60% всех автомобилей, получающих ремонт № 2, в среднем один сутки будут проставать по обойному цеху. Для этого запроектировано три места. Работы обивщики будут выполнять на месте ремонта шасси.

В малярном цехе примерная номенклатура работ устанавливается следующей: ремонт окраски кузова машины, кабины, крыльев, капота, брызговиков и прочих машин, проходящих ремонт № 2, и некоторых машин, проходящих дефектный ремонт.

Для окраски автомобиль будет устанавливаться либо в помещении цеха, либо в специальной камере для окраски пульверизацией с отрицательным давлением. Отдельные детали, как капоты, крылья, брызговики и проч. устанавливаются для окраски на специальных козлах.

Для экономии времени и площади мастерской, окраска и

подкраска, особенно легковых автомобилей, будет производиться быстро сохнущими пироксилиновыми красками из пульверизатора.

В шинно-монтажном цехе будет производиться демонтаж, монтаж колес и ремонт камер. После демонтажа шин покрышки устанавливаются на специальном расширителе, позволяющем свободно их осмотреть. Камера испытывается. При обнаружении прокола место его зачищается на шероховальном станке, заклеивается и заваривается на электрической плите. Борта покрышки смачиваются лаком, внутренность пересыпается тальком и затем колесо монтируется.

В аккумуляторном цехе—средний ремонт и зарядка аккумуляторов.

В виду распространенного применения сжатого воздуха на станции для разнообразных целей, запроектирована центральная компрессорная установка.

**Показатели**

Общие соображения по экономическим показателям капиталовложений следующие:

а) Одноэтажный производственный корпус для обслуживания 630 автомобилей—в основном с деревянными перекрытиями 28859 м³ по 35 руб. за 1 м³—1 010 000 руб., по 1 600 руб. на один обслуживаемый автомобиль.

б) Стоянка со стилабатом и железобетонным корпусом, перекрытиями и рампами 69 000 м³ по 50 руб. за м³—3 450 000 руб., по 5 470 руб. на один обслуживаемый стоянкой и профилактикой автомобиль.

в) Бытовые помещения 6 592 м³ по 45 руб. за 1 м³—296 тыс. руб., по 470 руб. на автомобиль.

Общая стоимость сооружения—4 756 тыс. руб.

Стоимость внекубажных работ—300 тыс. руб.

Стоимость оборудования—450 тыс. руб.

Общая сметная стоимость гаража—5 506 тыс. руб., что составляет на одну полностью обслуживаемую машину 5 506 000 : 630 = 8750 руб.

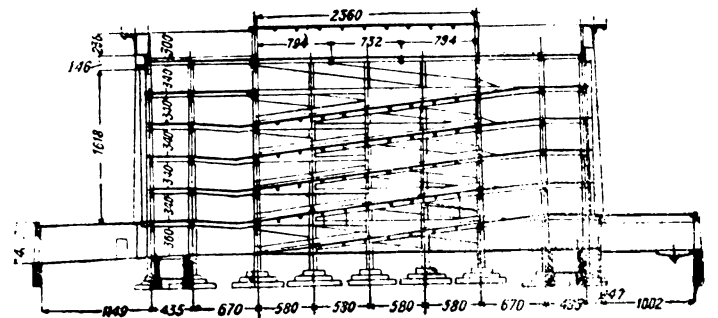
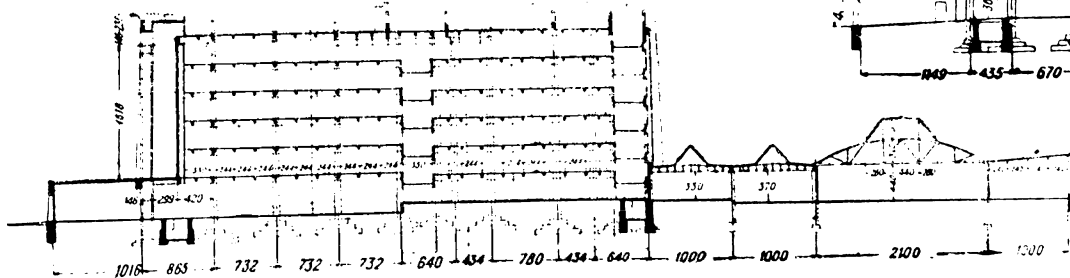
Стоимость одной стоянки в год 494 руб. или 41 р. 20 к. в месяц. Отпускная цена одного места в стоянке—600 руб. в год.

Стоимость годового обслуживания ГАЗ-А 2 612 р. 76 к.

Стоимость обслуживания на 1 км пробега машин ГАЗ-А 8,24 к.

Стоимость годового обслуживания ГАЗ-АА—3 063 р. 90 к.

Стоимость обслуживания на 1 км пробега ГАЗ-АА 8,02 к.



Основные показатели для расчета сооружений и организации процессов

№№ по порядку	Наименование процедур	Количество процедур за сутки						Количество рабочих мест				Количество рабочих					
		ГАЗ		Итого по расчету	Принято	Ритм станции	Число процедур в час	ГАЗ		Итого по расчету	Принято	ГАЗ		Итого по расчету	Штаб	I смена	II смена
		А	АА					А	АА			А	АА				
1	Ремонт № 0 . . . . .	336	96,0	432	432	1,94'	30,9	2,4	0,68	3,09	4	6,24	1,79	8,03	9	4	4
2	Смазка А . . . . .	67,3	19,2	86,5	87	9,62'	8,72	1,5	0,57	2,07	3	7,8	2,98	10,78	13	6	6
3	Смазка Б . . . . .	8,4	3,2	11,6	12	1 ч. 10'	0,86	0,1	0,04	0,14		0,39	0,15	0,54			
4	Смазка В . . . . .	8,4	3,2	11,6	12	1 ч. 10'	0,86	0,15	0,06	0,21		0,78	0,3	1,08			
5	Ремонт № 1-а . . . . .	67,3	25,6	92,9	93	9,03'	6,65	4,8	2,28	7,08	8	33,3	14,3	47,6	72	28	26
6	Ремонт № 1-б . . . . .	12,6	4,8	17,4	18	46,6'	1,23	3,6	1,72	5,32	6	16,4	7,2	23,52			
7	Ремонт дефектный Аварийный ремонт . . . . .	25,2	12,8	38,0	38	22,1'	2,72	3,6	2,28	5,88	39	29	11,9	40,9	41	16	16
8	Ремонт № 2 . . . . .	3,36	1,28	4,64	5	1 ч. 24'	0,715	21,9	10,9	32,8	19	46,7	33,7	70,4	129	118	—
	Итого . . . . .	543,26	178,88	721,14	381	—	30,12	51,45	23,63	75,08	79*	122,21	78,84	261,05			

\* Из 79 мест— 9 на конвейерном ремонте № 1а и № 1б, 4 для ремонта № 0 в 1-м этаже стойки, 3 в малярном цехе, 13 на траншейных ямах, 6 на подъемниках, 42 нормальных места в монтажном зале.

### Описание сооружений

Стоянка автомобилей решена в виде шестиэтажного здания с сообщением между этажами для автомобилей по двум системам наклонных плоскостей, расположенных в плане параллельно. Каждая из этих систем имеет наклонные плоскости, проходящие одна над другой с одинаковым углом наклона к горизонту в 12,5%. Обе системы обращены в отношении наклона плоскостей в противоположные стороны.

Для ускорения езды по рампам вверх и вниз, горизонтальные участки, служащие для соединения рамп, устроены с виражами, рассчитанными на скорость сообщения по ним в пределах 20—25 км в час.

Первый этаж гаража предназначен для стоянки грузовых автомобилей и нескольких легковых, главным образом служебного назначения (кран, пожарная машина, для связи и т. п.).

Сообщение по этажам гаража для людей запроектировано лифтами. Кроме того имеются две лестницы.

Крыша над гаражом имеет вид плоской площади с одним пандусом для сообщения с ней этажей. Таким образом на крыше имеется дополнительная стоянка для автомобилей, которая летом может быть использована почти на равных основаниях с этажами, а зимой—для так называемого автомобильного кладбища (легкий уклон пандусов даст возможность буксировать туда и автомобили, не идущие самостоятельно).

В первом этаже против каждого пандуса имеется непосредственный пожарный выезд во двор. Однако эти выезды могут быть использованы и в эксплуатационных целях.

Система мочных конвейеров в технологической части не представляет существенно нового в сравнении с осуществленным таким устройством для гаража НКТП СССР, однако механическая часть существенно изменена. На ремонтных конвейерах передвижения машин осуществлены не непрерывно, а рабочий каждого поста может в любой момент приключить стоящую у него машину к постоянно движущемуся бесконечному тросу и передвинуть ее вперед на любое нужное ему расстояние и тем освободить место для следующего объекта. Между машинами на конвейерах даны значительные интервалы.

С конвейеров ремонта автомобиль может следовать к выездам на стоянку по проезду между двумя системами дам или же, при обнаружении дополнительных дефектов,—в монтажный зал производственного корпуса.

Южная часть монтажного зала до оси выезда из него в гараж предназначена для легких автомобилей, не задерживающих машину продолжительное время, причем эти работы будут выполняться в две, а иногда и три смены. Северная же часть монтажного зала будет использована для выполнения более сложных работ, например ремонта № 2, и может быть в ночное время изолирована от южной помощью спускных сверху решеток.

Общая система планировки цехов, поскольку они рассчитаны на выполнение работ, главным образом, по устранению случайных дефектов, трудно поддающихся систематизации, заключалась в приближении цехов к тем рабочим местам, где ремонтируются автомобили по соответствующим дефектам.

Эти соображения привели к установке цехов вдоль конвейеров ремонта, начиная от аккумуляторного и кончая малярными. При этом названные цехи следуют за порядком постов конвейера.

Агрегатный и механический цехи закомпонованы в районе ремонта № 2.

Кладовая и инструментальная—в центре, для обслуживания главным образом конвейеров ремонта, с одной стороны, и агрегатного и механического—с другой.

Кладовая загружается либо через внутренний широкий подъезд к ней в северной части, либо через подвальную свою часть, причем загрузка осуществляется через люк, выходящий в передний двор.

Осмотровые траншеи расположены в торцах для освещения их боковым светом. Подъемники, заменяющие иногда конвейеры по характеру производимых на них работ,—параллельны им и расположены по другую сторону обслуживающих конвейеры цехов.

Масляная кладовая, куда будет стекать отработавшая смазка с обоих конвейеров ремонта и с подъемников и откуда свежее масло по трубам будет подаваться к точкам потребления, придвинута возможно ближе к последним.

Резинохранилище подает резину в шинномонтажный цех через внутренний люк (около входа в контору станции обслуживания), причем в шинномонтажном цехе предусмотрено место для расходного запаса резины.

Весь производственный корпус расположен сзади гаража и двухэтажного корпуса бытовых устройств.

Строительство гаража будет начато в 1935 г.

От редакции. Строительство гаража-отеля было запроектировано на Ленинградском шоссе, но ввиду дальности расстояния проект при рассмотрении его в Цудортрансе не был утвержден. Сейчас строительство намечается на новом участке—Краснопресненскому валу—по старому проекту. Трехмесячные мытарства для отыскания участка под строительство гаража-отеля лишней раз подчеркивают необходимость при планировании городов учитывать потребности автотранспорта. На ряду с этим необходимо отметить, что стоимость строительства гаража-отеля на 1 машину и стоимость обслуживания 1 машины в нем запроектированы слишком высокими.

# Колебания управляемых колес — шимми

Инж.-мех. М. А. ЭРЛИХ

Автомобиль представляет собой колеблющуюся систему, в основном состоящую из пяти масс: передняя ось, управляемые колеса, рама с силовым агрегатом и кузовом и задняя ось. Передняя ось и управляемые колеса связаны с рамой, а следовательно и со всей колеблющейся системой, при помощи рессор и продольно-рулевой тяги. Благодаря этой подвеске, она может совершать шесть родов перемещений.

1. Ось совместно с колесами способна колебаться вокруг горизонтальной оси, параллельной продольной оси автомобиля. При этом одно колесо поднимается вверх (рис. 1), другое опускается вниз. Это колебание называется „покачиванием“.

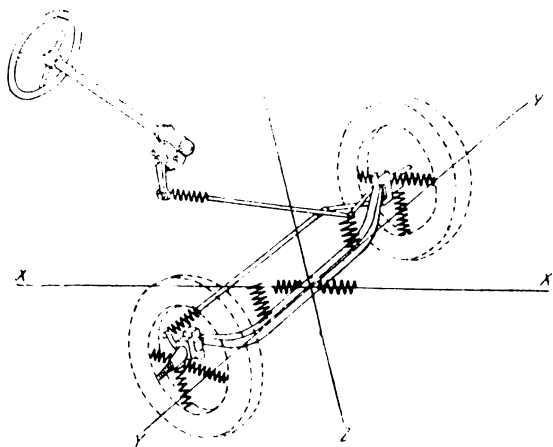


Рис. 1.

2. Вся ось, оставаясь параллельной самой себе, может совершать перемещения в вертикальной плоскости вниз и вверх. Такое колебание называем „подпрыгиванием“ оси. При наложении колебаний, подпрыгивания и покачивания центр тяжести оси совершает чистое колебание подпрыгивания.

3. Рессоры и пневматики допускают боковые перемещения оси в горизонтальной плоскости, так что последняя может занимать несимметричное положение по отношению к продольной плоскости автомобиля. Ось начинает „шататься“ из стороны в сторону, оставаясь параллельной самой себе. Шатание обычно не возникает самостоятельно, а появляется в связи с покачиванием и подпрыгиванием.

4. Рессоры допускают также перемещение в направлении или противоположном направлению движения автомобиля или так наз. „подергивание оси“. Подергивание оси сказывается тем сильнее, чем больше стрела прогиба рессор, и усугубляется пружинной подвеской концов рессоры.

5. При проезде препятствий ось начинает „кивать“, т. е. отклоняться на известный угол вокруг горизонтальной оси, проходящей через ее центр тяжести и перпендикулярной направлению движения автомобиля. Кивание оси наиболее резко проявляется при креплении оси не на оси симметрии рессоры, равно как при применении четвертьэллиптических рессор.

6. Ось может совершать колебания вокруг вертикальной оси, проходящей через центр тяжести оси. Это колебание носит название „виляния“ оси.

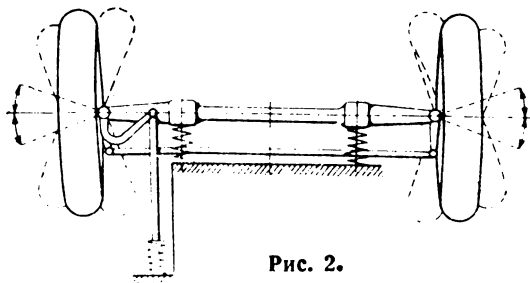


Рис. 2.

Управляемые колеса автомобиля могут вращаться вокруг шкворней, будучи удерживаемы от этого вращения трапецией и продольно-рулевой тягой. Шарнир продольно-рулевой тяги пружинит в обоих направлениях. Сама тяга и рычаги также являются эластичными. Поэтому и при неподвижном рулевом штурвале колеса могут отклоняться на известный угол, могущий быть различным для каждого колеса (рис. 2). Это опасное колебание колес, при больших амплитудах грозящее ужасной аварией, получило легкомысленное название „шимми“.

Рассмотренные выше колебания на практике никогда не возникают независимо друг от друга. Появление одного рода колебаний влечет за собой возникновение других родов колебаний.

Предположим, что какая-либо причина вызвала «шимми» колес. Колея изобразится змеевидными, иногда прерывистыми кривыми. Соответственно меняющемуся отклонению колес возникает шатание оси. Шатание вызывает возникновение боковых сил, действующих на колесо со стороны дороги, образующих момент, вызывающий покачивание оси. При покачивании колеса попеременно опускаются и поднимаются, причем вследствие гироскопического эффекта колесо стремится отклониться от занимаемого положения так, что главный кругоборот колебаний, исходивший из «шимми», опять замыкается в «шимми». В зависимости от сдвига фаз между отдельными колебаниями, «шимми», являвшееся исходным в кругобороте колебаний, может усиливаться или затухать благодаря появлению «шимми», сопровождающего покачивание оси.

Следует отметить, что значения возникающих при покачивании гироскопических моментов могут достигать весьма значительной величины. Пусть колесо (рис. 3), играющее роль вращающейся

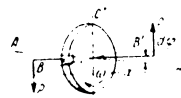


Рис. 3.

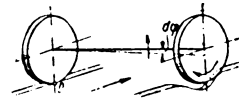


Рис. 4.

массы гироскопа, вращается с угловой скоростью  $\omega$  вокруг оси  $A-A'$ . В свою очередь ось  $AA$  получает угловое перемещение  $d\varphi$  с угловой скоростью  $\frac{d\varphi}{dt}$ . Гироскопический момент, поворачивающий колесо, определяется

$$M = Pa = J\omega \frac{d\varphi}{dt}$$

где:

- $P$  — сила в кг,
- $a$  — ее плечо в м,
- $J$  — полярный момент инерции в кгм/сек<sup>2</sup>,
- $\omega$  — угловая скорость вращающихся колес в сек<sup>-1</sup>,

При этом, если смотреть по направлению движения, то 1) при подъеме правого конца оси вверх гироскопический момент отклонит это колесо влево (рис. 4), 2) при опускании правого конца оси вниз гироскопический момент отклонит это колесо вправо, 3) при подъеме левого конца оси вверх гироскопический момент отклонит это колесо вправо, 4) при опускании левого конца оси вниз гироскопический момент отклонит это колесо влево.

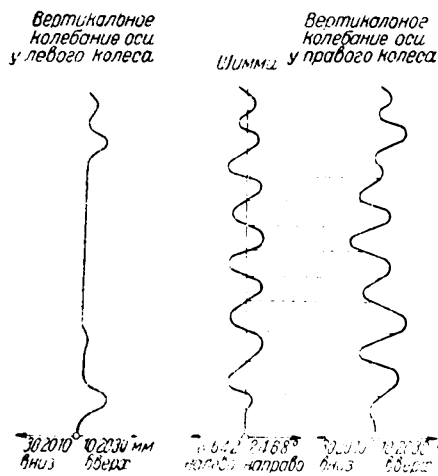


Рис. 5-а

Это явление наблюдается лишь в том случае, если, как это имеет место при жесткой оси, с изменением наклона оси изменится и угол наклона плоскостей колес.

На рис. 5а и б приведена зависимость шимми колес и перемещений оси по времени, полученная во время пробегового испытания при помощи специальной регистрирующей колебания электроаппаратуры («АТЗ», № 17, 1932 г.). Экспериментальные кривые полностью подтверждают сказанное выше о направлении вращения колес

вокруг шкворней под влиянием гироскопического момента при подъемах и опускании оси.

Пусть угловая скорость вращения колес  $35 \text{ сек.}^{-1}$ , что при радиусе колес  $35 \text{ см}$  соответствует скорости движения около  $50 \text{ км/час}$ .

$$J = 0,23 \text{ кгм/сек}^2.$$

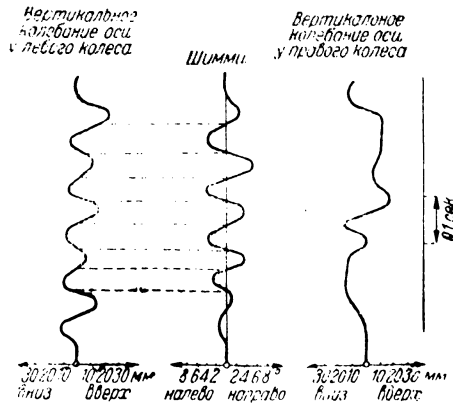


Рис. 5-б.

Полагая угол поворота оси  $\varphi = 5^\circ$  и проезд неровности дороги совершающимся в  $1/20 \text{ сек.}$ , определяется

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{5}{1} \cdot \frac{1^*}{57,3} = 1,75 \text{ сек.}^{-1}$$

20

Гироскопический момент определится:

$$M = 2J\omega \frac{d\varphi}{dt} = 2 \cdot 0,23 \cdot 35 \cdot 1,75 = 24 \text{ кгм.}$$

Столь значительный момент в эксплуатационных условиях встречается редко, так как нормально на шоссе наклон оси не превышает  $2,5 - 3^\circ$ .

Следует различать эластичную кинематическую связь отдельных колебаний.

Примером первой является связь управляемых колес посредством эластичной поперечной тяги и коромысел. В особенности у быстходных автомобилей с низколежащим мотором при задней тяге поперечную рулевую тягу приходится значительно изгибать, что в большой мере увеличивает ее эластичность.

Покачивание оси связано с подпрыгиванием, так как колеса попеременно давят то на одну, то на другую шину, деформирующуюся под ударом, что вызывает вертикальные перемещения центра тяжести оси. Это явление особенно заметно при больших амплитудах покачивания, когда колеса начинают подскакивать.

Связь кивания и подпрыгивания особенно заметна при деформации рессоры, ось симметрии которой не совпадает с таковой передней оси (рис. 6).

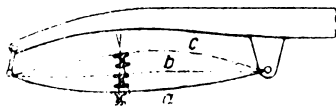


Рис. 6.

При подпрыгивании оси в случае неправильно сконструированного привода к управляемым колесам последние получают значительные угловые отклонения вокруг шкворней, вследствие расхождения траекторий конца продольно-рулевой тяги и шарика поворотного рычага. Эта связь подпрыгивания с «шимми» является принудительной кинематической связью (рис. 7). Подергивание и шатание оси также вызывает явление шимми (рис. 8а и б).

Покачивание, виляние и кивание оси также кинематически связано с «шимми».

Возникновение «шимми» может быть вызвано статической или динамической неуравновешенностью колес.

Статическая неуравновешенность характеризуется несовпадением центра тяжести с осью колеса, например, вследствие наличия добавочной эксцентрично расположенной массы (рис. 9). Центробежная сила этой массы:

$$F = \frac{G}{g} \omega^2 e,$$

где

- $G$  — вес,
- $g$  — ускорение силы тяжести,
- $\omega$  — угловая скорость колеса и
- $e$  — эксцентриситет.

\* Так как  $d\varphi$  должно быть выражено в радианах.

Характерна величина  $G$ , возникающая например при неравномерном износе резины, в нормальных условиях не превышает  $5000 - 7000 \text{ г см}$ , доходя в отдельных случаях до  $12000 \text{ г см}$ . Если эксцентричные массы обоих колес расположены под углом в  $180^\circ$  (рис. 10а),

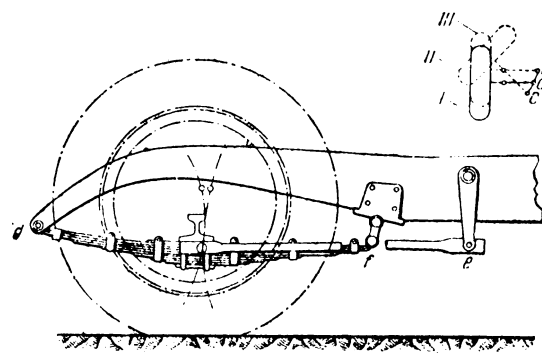


Рис. 7.

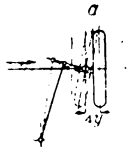


Рис. 8-а.

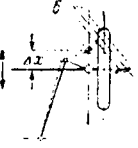


Рис. 8-б.

то возникают наиболее сильные покачивания, вызываемые моментом  $Fs$ , где  $s$  — ширина колеи автомобиля. При этом частота колебаний равна числу оборотов. При угле между эксцентрическими массами, равном  $0$  (рис. 10б), возникает подпрыгивание с максимальными амплитудами. В моменты положения эксцентрической массы впереди или позади оси, благодаря моменту  $Fd$  (рис. 9) вызывается явление «шимми».

Динамическая неуравновешенность проявляется в колесах, плоскость которых не перпендикулярна к цапфе (рис. 11), а расположена под некоторым углом к ней. Возникающий от центробежной

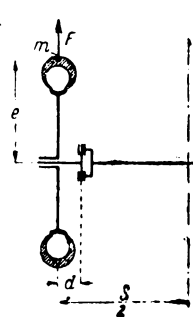


Рис. 9.

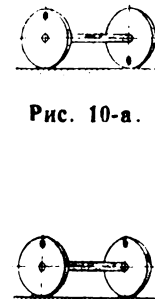


Рис. 10-а.

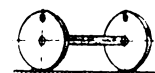


Рис. 10-б.

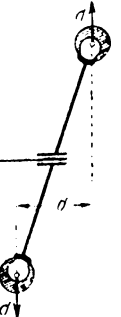


Рис. 11.

силы момент  $P_p$  вызывает покачивание оси и «шимми» колес. Согласно выражению для центробежной силы

$$F = \frac{G}{g} e \left( \frac{\pi n}{30} \right)^2$$

возмущающая сила растет пропорционально квадрату числа оборотов.

Другой причиной, вызывающей появление возмущающей силы, является геометрическая неправильность колес. Вследствие некруглой поверхности шины и неравномерной упругости шины по ее окружности, катящееся под постоянной нагрузкой на ровной дороге колесо начинает периодически подпрыгивать. Явление особенно резко сказывается при баллонах-гигантах.

Равным образом подъемы дороги вызывают подпрыгивание и покачивание оси. Однако подобная периодическая неровность профиля пути на практике редко встречается. Другое освещение явления «шимми» принимает при испытании автомобиля на стенде, имеющем неровные поверхности барабанов. Колебания могут возникнуть также в случае различных сил сопротивления качения, приложенных в плоскости соприкосновения колеса с дорогой.

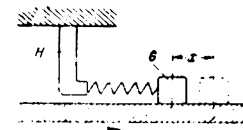


Рис. 12.

Колебания рулевого управления могут возникнуть и при отсутствии какой-либо внешней периодической возмущающей силы. Речь идет о колебаниях, возможность возникновения которых иллюстрирует модель, изображенная на рис. 12. Тело веса  $G$ , лежащее на подставке, перемещающейся с постоянной скоростью  $v_0$  вправо, удерживается пружиной, присоединенной противоположным концом к неподвижному телу  $H$ . В некотором нулевом положении массы сила

трения, если она не меняется со скоростью ( $R=fG$ ), уравновешивает силу пружины. После толчка тело совершает свободные колебания, которые не затухают под влиянием силы трения, пока максимальная скорость тела  $\frac{dx}{dt} < v_0$ , т. е. пока относительная скорость

$$v = v_0 - \frac{dx}{dt} \text{ положительна.}$$

Опыт показывает, что коэффициент трения  $f$  уменьшается со скоростью

$$f = f_0 - \text{tg } \beta (v - v_0) = f_0 - \text{tg } \beta \frac{dx}{dt}.$$

Следовательно, сила трения, приложенная к телу при его движении в направлении подставки, больше, чем при его обратном движении. При одинаковом направлении движения телу сообщается энергия от подставки; при перемещении тела против направления движения подставки энергия отнимается от тела и переходит к подставке. Однако отнятая от тела энергия меньше, чем сообщенная ему, так как сила трения при противоположном движении тела и подставки меньше таковой при одинаковом направлении их движения. Следовательно, при постоянной скорости движения  $v_0$  подставки, колебания происходят под влиянием возникающего трения не с уменьшающимися, а с увеличивающимися амплитудами, колебания не затухают, а увеличиваются. Дифференциальное уравнение колебательного процесса в этом случае:

$$\frac{d^2x}{dt^2} - \frac{\text{tg } \beta}{m} G \frac{dx}{dt} + \frac{c}{m} x = 0,$$

и его решение

$$x = A_0 e^{\delta t} \sin(2n dt),$$

где

$$\delta = \frac{1}{2} \frac{G}{m} \text{tg } \beta.$$

Положительный показатель  $\delta t$  указывает на увеличение колебаний аналогично тому, как отрицательный показатель указывает на затухание. Частота колебаний определится:

$$a = \sqrt{\frac{c}{m} - \delta^2}.$$

Логарифмический кремент

$$\delta T = \delta \frac{1}{a}.$$

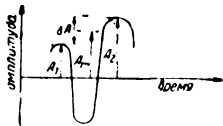


Рис. 13.

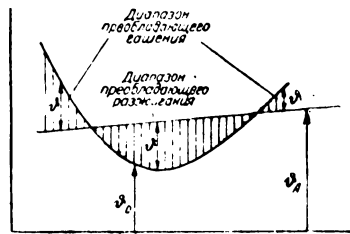


Рис. 14.

Интенсивность увеличения колебаний характеризуется величиной (рис. 13):

$$\delta_A = \frac{\Delta E}{E} = 2 \frac{A_2 - A_1}{A_m},$$

где  $\Delta E = c A_m \Delta A_1$  подводимая в каждый период энергия и средняя энергия колебаний:

$$E = \frac{c}{2} A_m^2.$$

Энергия колебаний:

$$E = \frac{c}{2}$$

В случае гашения колебаний

$$\vartheta = \vartheta_D - \vartheta_A,$$

где  $\vartheta_D$  — характеризует интенсивность затухания.

Как известно, при фрикционном гашении (трение в шарнирах трапеции, шкворнях, цапфах) интенсивность гашения вначале падает с увеличением амплитуды (кривая  $\vartheta_D$  рис. 14). Пусть  $\vartheta_A$  увеличивается с изменением амплитуды. Тогда при амплитудах меньше  $A_L$  колебания являются затухающими, выше ее — раскачивающими, выше  $A_S$  — опять затухающими.

Систему, аналогичную вышеописанной модели, представляет собой передок автомобиля, так что колебания с увеличивающимися амплитудами могут наблюдаться на совершенно ровной дороге при совершенно уравновешенных колесах и вообще отсутствии какой-либо внешней периодически изменяющейся возмущающей силы.

На основании произведенного анализа явления «шимми» можно указать на практические меры борьбы с ним.

- 1) тщательная балансировка колес,
- 2) улучшение кинематики рулевого управления,
- 3) повышение жесткости пружинных шарниров продольной рулевой тяги,
- 4) включение гасителей колебаний в рулевую систему и применение раздельного привода управляемых колес,
- 5) правильный выбор развала колес и наклона шкворней,
- 6) регулировка игры в системе привода к управляемым колесам,
- 7) применение привода к управляемым колесам системы Меруна,
- 8) применение независимой подвески колеса.

Выше указывалось на необходимость тщательной балансировки колес. Для статического уравновешивания колес некоторые фирмы снабжают обода специальными приспособлениями.

Явление «шимми» способствует быстрому стиранию шин. Протектор принимает не цилиндрическую форму, а форму многогранной призмы; после устранения причины, вызвавшей первоначальное «шимми», это явление может повториться уже вследствие геометрической неправильности протектора, вызывающего периодическое покачивание и подпрыгивание на ровной дороге, причем чем выше соответственная частота колебаний покачивания и подпрыгивания, тем конечно менее опасно это явление.

Если частота возбуждающих колебаний в кругообороте колебаний системы рулевого управления близка к частоте возбуждаемых колебаний, то возникает опасность резонанса. Частота собственных колебаний покачивания понижена за последние годы введением гасителей, применением баллонных шин и увеличением всех неподрессоренных масс за счет установки на передние колеса тормозных барабанов, применением шин-гигантов.

Действительно, восстанавливающая сила рессоры:

$$R_1 = C_f \mu^2 d \varphi,$$

где  $\varphi$  — угол покачивания,  $C_f$  — жесткость рессоры,  $2u$  — расстояние между рессорами.

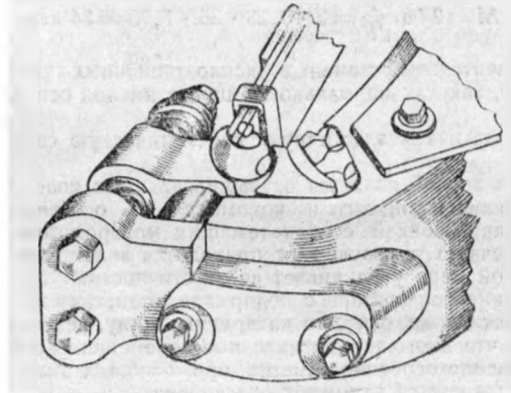


Рис. 15.

Восстанавливающая сила шины:

$$R_2 = C_r s^2 d \varphi,$$

где  $C_r$  — жесткость шин и  $2s$  — ширина колес.

Суммарное восстанавливающее усилие:

$$R = R_1 + R_2 = d \varphi (C_f \mu^2 + C_r s^2).$$

Частота собственных колебаний:

$$\omega = \sqrt{\frac{R}{J}},$$

где  $J$  — момент инерции оси и колес. Это уравнение ясно показывает желательность повышения жесткости рессор и шин равно как уменьшение  $J$ , а следовательно, неподвешенных масс. По этой же причине желательно увеличение жесткости рамы. Первые две меры не могут быть применены вследствие понижения покойности езды. Многие фирмы рекомендуют качать передние шины до более высокого давления, чем задние.

Уменьшения же неподвешенных масс можно достигнуть более широким применением легких металлов и независимой подвеской колес. Независимая подвеска колес обычно сочетается с преимуществами раздельного рулевого привода к управляемым колесам и при параллельном направлении колес значительно ослабляет влияние жирокопического эффекта, чем достигается разрыв главного кругооборота колебаний. Кроме того, в случае независимой подвески восстанавливающая сила рессоры

$$R_f = s^2 C_f d \varphi,$$

т. е. выше, чем в случае жесткой оси.

Выше было указано на кинематическую неправильность нормального сочленения продольной тяги с поворотным рычагом. Более благоприятные условия дал вариант на рис. 15. Здесь передний конец рессоры подвешен на сережке, благодаря чему траектории



движения шарового пальца поворотного рычага и конца продольной тяги почти параллельны. При правильно выбранном наклоне продольной тяги перемещение шарового пальца при максимальных деформациях рессоры составляло не более 0,5 мм. Однако в случае подобного крепления рессоры удары колеса о неровности дороги ощущаются особенно жестко, так как при прогибе рессоры колесо подается вперед, что значительно усиливает удар.

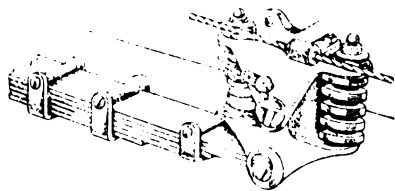


Рис. 16.

Для смягчения ударов повсеместное применение получила подвеска заднего, а иногда и переднего шарнира рессоры при помощи цилиндрических пружин, варианты которой изображены на рис. 16 и 17. В конструкции на рис. 16 задний конец укреплен на серожке, снабженной площадкой. Между площадкой и рамой помещаются пружины, поглощающие сильные удары колес. Конструкция на рис. 17 выгоднее в том отношении, что давление пружины почти совпадает с их центральной осью.

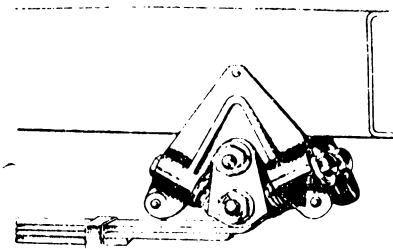


Рис. 17.

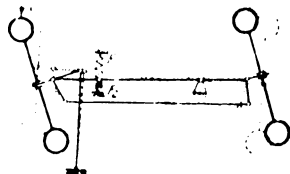


Рис. 18.

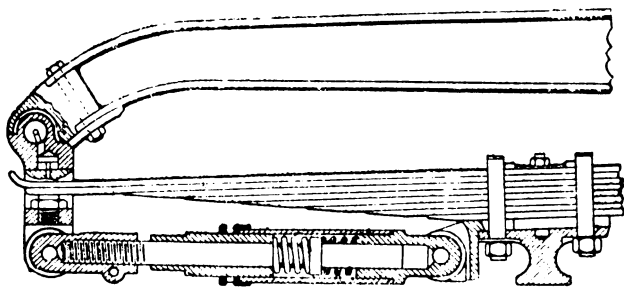


Рис. 19.

Пружинное крепление шарниров рессоры выполняется обычно лишь со стороны рулевой колонки. Поэтому увеличение сопротивления качению колеса (рис. 18) влечет довольно значительное перемещение оси в горизонтальной плоскости, а следовательно, и отклонение колес, еще более резко проявляющееся при неправильно отрегулированных тормозах или отсутствии компенсатора. Так как пружина действует одна против другой, то серожка не сразу возвратится в среднее положение, а будет раскачиваться, что способ-

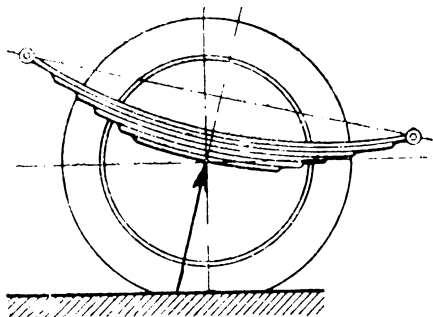


Рис. 20.

ствует, таким образом, возникновению шимми. Изображенный на рис. 19 демпфер «шимми», если верить рекламе, совершенно устраняет это явление. Однако на вышеописанного следует, что горизонтальная подпрессорка оси вряд ли может быть рекомендована.

Наклонное расположение рессоры и оси (рис. 20) значительно понижает жесткость удара, столь остро ощущаемого при подвеске переднего конца рессоры в серожке, разгружая механизм управления от дополнительной нагрузки. Если направление удара при проезде значительного препятствия не совпадает с реакцией рессоры, то возникающая горизонтальная составляющая поглощается продольной или поперечной тягой, что создает условия для возникновения «шимми». Поэтому желательно так разработать крепление рессоры,



Рис. 21.

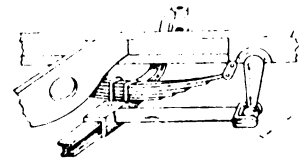


Рис. 22.

чтобы происходила ее самоустановка в соответствии с направлениями ударов колес. Подобная самоустановка в определенных пределах достигается креплением переднего конца рессоры согласно рис. 21, применяемым Делоне (Delonay Belleville).

Для получения кинематически правильной связи продольной рулевой тяги с поворотным рычагом Деляж (Delage) переднюю ось направляют двумя продольными балками, шарнирно присоединенными к раме (рис. 22). Передние рессоры с обоих концов крепятся на серожках. Центр качения продольной тяги совпадает с центром качения направляющих балок. Аналогичное действие оказывает распорный треугольник Форда.

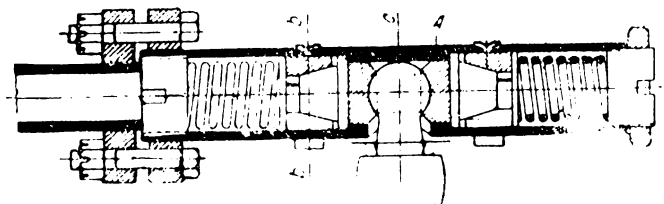
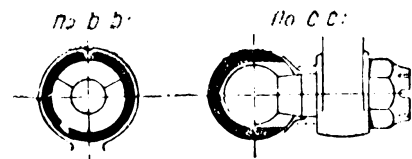


Рис. 23.

Рулевая сошка присоединяется к продольной рулевой тяге при помощи пружин шарнира. Пружина предусматривается здесь для смягчения ударов, приходящихся на передачу рулевого механизма. С увеличением мягкости пружины шарнира склонность к «шимми» возрастает. Удачная конструкция специального пружинящего шарнира изображена на рис. 23. Здесь пружины упираются в разрезные кольца, сегменты которых раздвигаются конусами, которыми оканчиваются чашки. Весьма существенным является выступ А, предусмотренный в кожухе шарнира, в который упираются валики с опи-

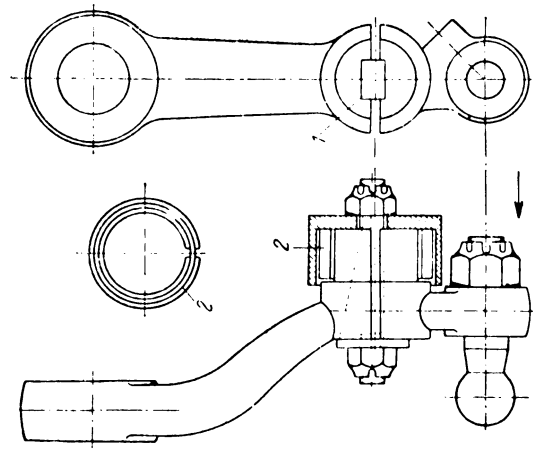


Рис. 24.

рающимися на них пружинами. Раздвигающиеся сегменты кольца трутся о внутреннюю поверхность кожуха, заглушая возникающие колебания. В приведенной выше конструкции трение происходит между кольцами и стенками кожуха шарнира. На рис. 24 и 25

Представлены другие конструкции, в которых приспособление для заглушения колебаний помещается в рулевой сошке. Сила заглушения колебаний в варианте рис. 24 зависит от ширины клина и от того, как расположены разрезы пружинных колец, т. е. один над другим или по окружности. В конструкции, изображенной на рис. 25, шка снабжена дисковым тормозом. Диски отклоняются вокруг болта, помещенного между двумя листовыми рессорами. Энергия удара поглощается рессорами и фрикционным гасителем.

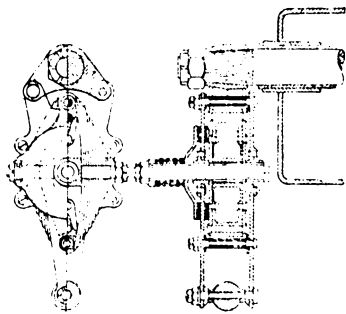


Рис. 25.

Было предложено введение амортизаторов в привод к поворотным колесам, поглощающих энергию шимми и недопускающих появления опасных колебаний с большими амплитудами. Наиболее подходящими являются гидравлические амортизаторы. Однако наличие амортизаторов в приводе к управляемым колесам значительно утяжеляет работу на штурвале. При раздельном рулевом приводе колебания одного колеса не передаются другому, как это имеет место в случае нормального привода, так как энергия колебаний поглощается необратимыми передачами.



Рис. 26.

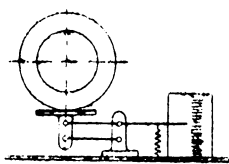


Рис. 27.

Значительное влияние на явление «шимми» оказывают развал колес, равно как и наклон шкворней поворотных колес.

Сокращения плеча  $d$  (рис. 26) можно достигнуть применением развала колес, т. е. наклона плоскости колеса под некоторым углом к вертикальной плоскости. Нередко для уменьшения плеча прибегают к наклону шкворня в плоскости, перпендикулярной продольной оси автомобиля, вызывающему, однако, значительные добавочные напряжения в колесах на повороте, так как плоскость их при этом наклоняется.

Плечо  $d$  желательно уменьшить из следующих соображений. При переезде колесом неровности дороги (рис. 26) сила сопротивления качению, приложенная к ободу колес, направленная в сторону, противоположную направлению движения, увеличивается.

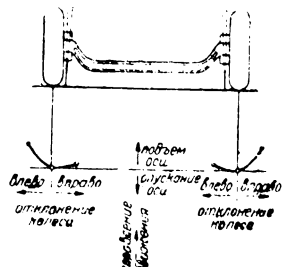


Рис. 28.

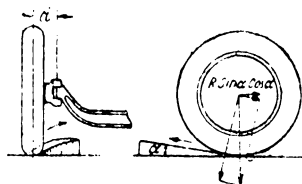


Рис. 29.

Так как точка соприкосновения колеса с дорогой не лежит на оси шкворня, то создается момент, стремящийся сдвинуть колесо назад. Однако колесо подается назад лишь настолько, насколько это позволяет эластичность рулевых тяг (или при обратной передаче — руки водителя). Как только колесо достигло вершины неровности, сопротивление качению резко уменьшается, тяги стремятся распрямиться, пружины шарнира продольной тяги разжаться, и колесо под влиянием восстанавливающих сил привода к управляемым колесам отбрасывается вперед. Момент, вызванный упругими силами, складывается с жирооприлическим моментом, также стремящимся сдвинуть колесо влево. Отсюда выводим заключение, что уменьшение плеча  $d$  влечет уменьшение склонности к «шимми».

Следует отметить, что наклон шкворня в плоскости, перпендикулярной продольной оси автомобиля, влечет за собой подъем передка автомобиля при отклонении колес. Это явление удобнее всего проследить при помощи прибора, изображенного на рис. 27. Автомобиль передней осью поднимается на домкрат. Под колеса подкладывается чашка пружинных весов, вдобавление применяющихся в почтовых конторах. При повороте колес вокруг шкворней опускания и подъема колес регистрируются при помощи стержня и шкалы. Результат наблюдений при шкворнях, наклоненных лишь в плоскости перпендикулярной продольной оси автомобиля, приведен на рис. 28. При отклонении колес вправо наблюдается подъем передка, так что колеса стремятся прийти в нейтральное положение, вследствие возникающего стабилизирующего момента. Величину этого момента можно вычислить, полагая шкворень расположенным вертикально, а колесо при повороте — взбирающимся на наклонную плоскость (рис. 29). При нагрузке колеса  $G$  и угле наклонной плоскости  $\beta$  стабилизирующий момент определится

$$M = R \sin \beta \cos \beta.$$

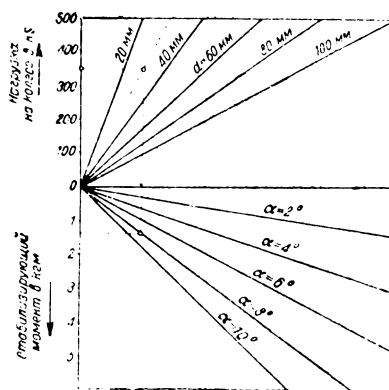


Рис. 30.

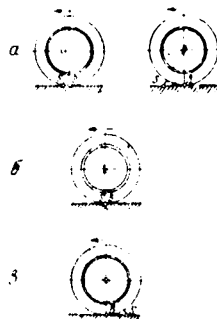


Рис. 31.

На рис. 30 дана зависимость нагрузки на колесо и угла наклонной плоскости  $\beta$  при различных значениях плеча  $d$ . При нагрузке на переднее колесо 350 кг и плече  $d = 30$  мм и  $\beta = 8^\circ$  стабилизирующий момент равен 1,4 кгм.

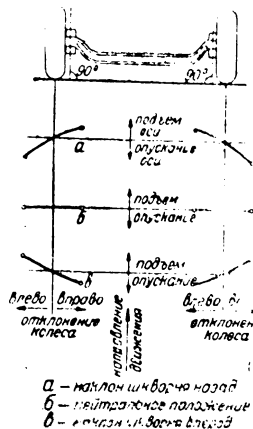


Рис. 32.

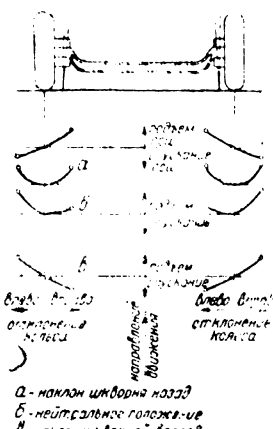


Рис. 33.

Шкворни могут быть наклонены в плоскости, перпендикулярной поперечной оси автомобиля, при чем, если смотреть в направлении движения, нижний конец шкворня может быть вынесен вперед (рис. 31а) или назад (рис. 31в). Другими словами, точка соприкосновения колеса с землей может лежать позади точки пересечения продолжения шкворня с плоскостью дороги или впереди ее. В первом случае реакция между колесом и дорогой, вызванная возникновением центробежной силы на повороте, стремится привести колеса в нейтральное положение, а во втором случае, наоборот, стремится еще больше повернуть колеса так, что водителю приходится удерживать их при помощи руля. Таким образом в этом случае стабилизирующий или лабилизующий момент создается за счет центробежных сил.

Если точка соприкосновения колеса с дорогой находится позади точки пересечения шкворня с дорогой, то при отклонении левого колеса направо — левый конец оси опускается, налево — поднимается, при отклонении правого колеса направо — правый конец оси поднимается, налево — опускается. Следовательно колесо наружное по отношению к центру поворота заставляет передок автомобиля опускаться, а внутреннее колесо подниматься.

Так как внутреннее по отношению к повороту колесо отклоняется на больший угол ( $\gamma_2$ ), чем наружное ( $\gamma_1$ ), согласно отношению

$$\operatorname{ctg} \gamma_1 - \operatorname{ctg} \gamma_2 = \frac{2s}{L},$$

где  $2s$  — ширина колес и  $L$  — база автомобиля, то в случае наклона шкворня вперед (рис. 32) при повороте создается стабилизирующий момент за счет повышения передка. На рис. 32 представлены также подъемы концов при отклонении колес влево и вправо в случае обратного наклона шкворня в той же плоскости. Рис. 33 иллюстрирует те же случаи, но при наличии наклона шкворня в плоскости, перпендикулярной продольной оси автомобиля.

Некоторые специалисты целиком являются сторонниками наклона шкворня «вперед», не признавая наклона шкворня «назад». Однако мы являемся сторонниками именно последнего случая из следующих соображений. Во-первых, при наклоне шкворня вперед на больших скоростях движения взятие кривой требует весьма значительного усилия, возрастающего пропорционально квадрату скорости движения. Кроме того при наклоне шкворня вперед создаются условия, весьма благоприятствующие возникновению «шимми». Колеса в этом случае (рис. 32) под влиянием веса автомобиля имеют стремление отклониться



Рис. 34.



Рис. 35.

внутри, т. е., смотря по направлению движения, левое колесо стремится повернуться направо, а правое налево. При движении автомобиля — сопротивление качению, действуя на плечо, стремится повернуть колеса в обратную сторону, т. е. наружу. Так как сопротивление качению возрастает со скоростью движения, то при определенной скорости движения наступит равновесие указанных моментов, и колеса под влиянием незначительных сил могут прийти в колебательное движение вокруг шкворня «шимми». Поэтому выгодно давать шкворню наклон «назад» и одновременно «сводить» колеса спереди, дабы они не «расходились» при движении (рис. 34).

Особенно благоприятные условия наблюдаются в случае одновременного наклона шкворня назад на  $1-2^\circ$  вбок (см. пункт на рис. 33). При этом на повороте оба колеса стремятся вернуться в нейтральное положение, так как оба конца оси поднимаются. Этот стабилизирующий момент является постоянным по величине, не зависящим от скорости движения и не затрудняющим чрезмерно поворота машины на кривых.

Разработка втулок шкворней и шарниров рулевого управления способствует появлению «шимми», так как свобода в шарнирах открывает возможность качения колес вокруг шкворней без всякого поглощения энергии вибрации. С другой стороны облегчается работа на штурвале. Обычно колеса имеют сдвиг спереди (рис. 34) для того, чтобы при наличии зазоров в шарнирах рулевого механизма колеса располагались в плоскости, параллельной продольной плоскости автомобиля, а не имели бы расхождения спереди, вредно отзывающегося на работе шин.

Весьма интересен привод к управляемым колесам, предложенный Маруном, при котором достигается «статическое» уравновешивание гироскопических моментов. Согласно Беккеру, полное «динамическое» уравновешивание гироскопических моментов можно добиться лишь одновременным маховикам, установленным на поворотных цапфах и приводимых во вращение электромоторами в направлении, противоположном направлению вращения колес (рис. 35). При этом равновесие наступает, когда

$$J_r \omega_r = J_s \omega_s,$$

т. е.

$$\omega_s = \frac{J_r}{J_s} \omega_r,$$

где:

- $J_r$  — момент инерции колеса,
- $J_s$  — момент инерции маховика,
- $\omega_r$  — угловая скорость вращения колеса и
- $\omega_s$  — угловая скорость вращения маховика.

При скорости вращения маховиков  $\omega_s = \frac{J_r}{J_s} \omega_r$  влияние шимми почти совершенно исчезает, вследствие непрерывной связи главного круговорота колебаний. Практического значения динамическое уравновешивание не имеет.

Иначе обстоит дело со статическим уравновешиванием гироскопических моментов. Нормальный привод к управляемым колесам

создает особо благоприятные условия для связи покачиваний оси «шимми» колес. Если ось  $A$  (рис. 36) покачивается вокруг оси  $X$ , то гироскопические моменты стремятся повернуть колеса в указанном направлении. Этому отклонению колес препятствует продольно-рулевая тяга, передающая вызываемую гироскопическими моментами силу  $PR + PL$  на раму, в свою очередь вызывающую

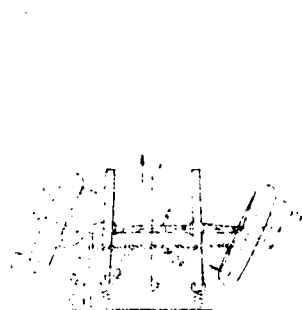


Рис. 36.

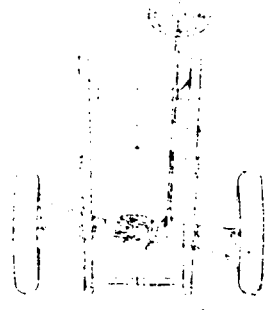


Рис. 37.

возникновения реакции  $Q$ . При жестком присоединении оси к раме и поворотного рычага к сошке и необратимом управлении «шимми» наступить не может. Благодаря соединению колес нормальной трапецией, гироскопические эффекты отдельных колес суммируются. При соединении же колес по способу Маруна, указанному на рис. 37, гироскопические моменты вычитаются, уравновешиваясь в поперечной соединительной тяге. Продольная рулевая тяга оказывается совершенно разгруженной от гироскопических моментов. Благодаря перерыву связи колебаний покачивания и шимми, получается разрыв главного круговорота колебаний, и критическая скорость движения автомобиля повышается до 300 км/час и выше.

В конструкции Маруна от рулевого вала приводится во вращение гильза (рис. 37), снабженная по концам левой и правой нарезкой, в которую заходят концы разделенной пополам наклонной рулевой тяги, получающие движение в противоположные стороны. Автор полагает, что благоприятный результат эта конструкция дала бы

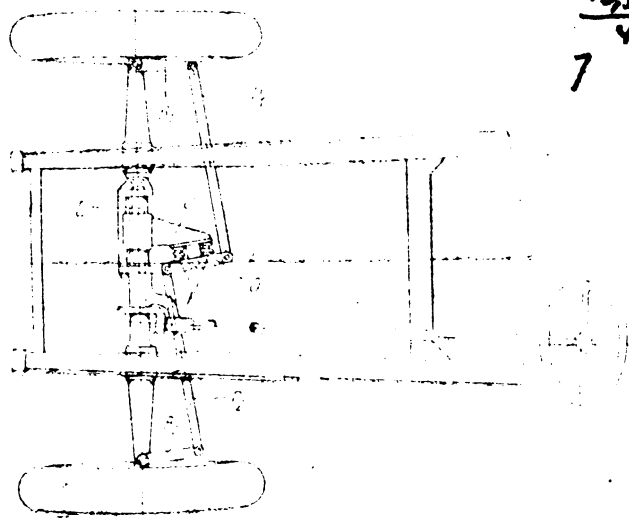


Рис. 38.

также и при нормальной трапеции, так как в ней сказываются преимущества разделенного привода. Другое выполнение представлено на рис. 38. Между разделенной пополам тягой помещается поперечный двуплечий рычаг. Ось вращения рычага лежит на выступе гайки, имеющей осевое перемещение вдоль передней оси при вращении шпинделя, соединенного со штурвалом. Эта система дает возможность возникновения отклонений колес в противоположных направлениях, которые согласно опытам незначительны. Гироскопические моменты имеют стремление отклонить также всю ось как одно целое с поворотными цапфами, каковое явление имеет место и для задней оси. Это влияние может быть устранено лишь путем динамического уравновешивания гироскопических моментов.

При независимой подвеске колес угол наклона колес при переезде неровностей дороги может оставаться неизменным. Поэтому колебания покачивания не являются более связанными с «шимми», происходит разрыв круговорота колебаний. Кроме того это преимущество независимой подвески сочетается с понижением неподвижных масс и разделением приводом к управляемым колесам.

Цена 1 руб.

**ПРОДОЛЖАЕТСЯ  
ПОДПИСКА**

на 1935 год на  
научно-популярный  
технический журнал  
авто-мототранспорта

Ежемесячный орган  
Министерства при СНК СССР

и  
ИЛ ИТС

союзов шоферов

**ПОДПИСНАЯ ЦЕНА:**

на год 15 р., на 6 мес. 6 р.,  
на 3 мес. 3 р., на 1 мес. 1 р.  
цена отдельного номера 1 р.

Подписка принимается  
отделами, магази-  
нами и уполномо-  
ченными Казина на почте.

# Тотор

**Задачи журнала:**

действие развитию автомобилизации СССР и всестороннему овладению техникой и экономикой автомобильного транспорта разработка теоретических и практических вопросов автотранспорта, связанных с его реконструкцией, повышение квалификации технического персонала, обслуживающего автотранспорт.

**Журнал рассчитан на**

авторботников высшей и средней квалификации, руководителей автотранспортных предприятий и учреждений, учащихся автотракторных техникумов, вузов и втузов.

**ЧИТАЙТЕ в № 3:** Инж. ТУНИЦЫН — Автотремонтная база ленинградского коммунального транспорта. Инж. Л. ДАВЫДОВИЧ — Гараж автозавода им. Сталина. Б. ОЛЬХОВСКИЙ и В. СВЕШНИКОВ — Эквивалентные нагрузки на междуэтажные перекрытия гаражей. Проф. Н. Г. БРИЛЛИНГ — Итоги международного конкурса дизельных моторов. Инж. И. А. МЕНЬШИКОВ — Какой педаль-тракторный дизель нужен народному хозяйству СССР. В. П. НАРЛОВ и А. Н. ЧЕХОНЕЛИДЗЕ — Повышение степени сжатия у двигателей с боковым расположением клапанов. Инж. А. НИКИТИН — Дорожные испытания обновленного автомобиля на шасси ГАЗ-А и др.

О Т И

## „ИЗВЕСТИЯ НАТИ“

Журнал Центрального научно-исследовательского института автотракторной промышленности

Ответственный редактор ВАКСОВ В. Б.

ЖУРНАЛ дает материалы о научно-исследовательских (экспериментальных, конструкторских, расчетных и опытно-производственных) работах института НАТИ и заводов автотракторной промышленности. Освещает вопросы качества продукции автотракторных заводов. Дефекты продукции. Материаловедение. Износ деталей и нормы расхода запчастей. В журнале публикуются расчетно-исследовательские работы по расчету и конструкции автомобиля и трактора, автотракторных двигателей, отдельных механизмов и деталей. В „Известиях НАТИ“ широко освещаются все вопросы, возникающие в связи с дизелефикацией нашего автотракторного парка. Дается методика испытания тракторов, автомобилей, мотоциклов. Описание применяемой для этого аппаратуры. В журнале помещаются также последние изыскания по вопросам автотракторных топлив и смазочных масел.

ОТДЕЛЫ ЖУРНАЛА. Автомобильные шасси, тракторный, моторный, технологический, кузовной. Расчетно-исследовательский. Новости автотракторной техники. Библиография.

ЖУРНАЛ РАССЧИТАН на старших инженеров-производственников, инженеров экспериментальных и конструкторских отделов заводов, заводских лабораторий ОТН и испытательных лабораторий АВТОТРАКТОРНОЙ, АВИАМОТОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СПЕЦМАШИНОСТРОЕНИЯ, на инженеров, исследователей и конструкторов по дизелям, на научно-исследовательский и педагогический персонал и учащихся втузов и Н. И. И., на высший технический состав мото- и бронечастей ВРС—РКА.

**ПОДПИСНАЯ ЦЕНА:**

на год—15 руб., на 6 мес.—7 р. 50 к.

Отдельный номер 2 р. 50 к.

6 номеров в год

