

# АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

У Ч Р Е Д И Т Е Л И :

МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ,  
науки и технологий РФ,  
ОАО "АВТОСЕЛЬХОЗМАШ-ХОЛДИНГ"

№ 5 • май • 2020

## СОРОКОВЫЕ РОКОВЫЕ...

Весна 2020 безусловно запомнится всем нам пережитыми трудностями и даже потерями. Но сегодня нельзя не вспомнить другую весну, доставшуюся нашей стране несравнимо более дорогой ценой... С мая 1945-го минуло 75 лет. Написаны тысячи книг и статей, сняты километры фильмов, сложено множество песен о Великой Отечественной войне. Но тема исторической и человеческой памяти о ней кажется неисчерпаемой. Каждый год поисковые отряды из земли поднимают и с почестями хоронят останки героев-бойцов. Из лесов и болот на руках выносят фрагменты разбитой техники, а иногда и чудом сохранившиеся в природной среде машины — танки, самолёты, тягачи. Каждый год музейные экспозиции пополняются уникальными образцами, восстановленными силой горячих сердец, старанием рук и ума энтузиастов. Не ради славы или из праздного любопытства, а по велению души. Мы должны найти и помнить каждого из отдавших жизни за нашу Родину, "ради мира на земле"... Помнить и завет уцелевших фронтовиков: такое не должно повториться.

На страницах журнала "АП" за долгие годы опубликовано много материалов о Великой Отечественной. О подвиге фронтовых шофёров и тружеников тыла; о машинах, проверенных тяжёлыми дорогами войны и ледовой "Дорогой Жизни"; о работе автозаводов, поставлявших фронту не только различные транспортные средства, но и вооружение, боеприпасы; об эвакуации предприятий на восток и создании новых заводов в чистом поле; о невозможности трудных задачах, решаемых конструкторами и технологами и их работе на послевоенную перспективу. Так уж сложилось, что юбилеи великой Победы совпадают с юбилеями журнала. Вот и теперь ему исполняется ни много ни мало — 90 лет. Напомним, издаваться журнал начал в мае 1930 г. под именем "Автотракторное дело" и был печатным органом Наркомата Среднего машиностроения. К концу 1940 г. учредитель решил несколько изменить свою информационную политику, добавив к автотракторной тематике ранее неохваченную вагоностроительную, что вполне логично, учитывая общую оборонную направленность и генетическую близость предприятий этих отраслей. Поэтому с начала следующего года журнал издавался в том же "Машгизе" под названием "Среднее машиностроение". В мирное время вышло шесть номеров журнала. Последний же, с речью Сталина от 3 июля, подписан в печать 19 июля 1941 г.

Чем жила отрасль накануне войны?

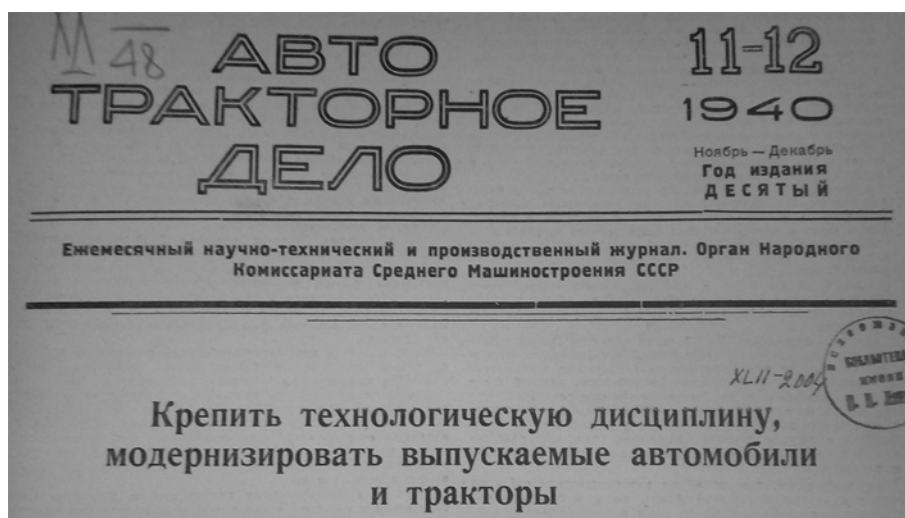
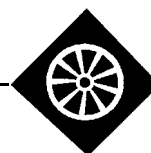
1940 г. Дизель-мотор для трактора СТЗ; кузов двухэтажного троллейбуса; газогенераторы; редукторы газобаллонных автомобилей и основы их расчёта; причины износа и задиров толкателей и кулачков; автомобиль "Фольксваген"; новинка зарубежной техники — отопитель салона; газобаллонный автотранспорт и аппаратура газобаллонных автомобилей; газобаллонные тракторы на природном газе; дизель-моторы Джeneral Моторс; наполнительные станции для газобаллонных автомобилей; малолитражные автомобили за рубежом; работа газобаллонных автомобилей на сжатом газе в Донбассе; газовые автомобили в Англии; автомобили на сжиженных газах в Германии; литература по газобаллонным автомобилям; перспективы развития автотракторного газогенераторостроения; шарниры равных угловых скоростей; английские малолитражки... Спецномер журнала целиком посвящён автомобилю КИМ-10.

1941 год. Статьи специалистов ЗИСа, ЯАЗа, Сталинградского тракторного завода, НАТИ, КИМ, Института стали, Харьковского тракторного завода, 1-го ГПЗ, Люберецкого завода имени Ухтомского, НКСМ... Дизели, газогенераторы, металлургия... И также очень, очень много зарубежной информации, касающейся как технологии, оборудования, так и конструкций. Страна уже делала неплохие автомобили, но училась делать лучше и активно перенимала у соседей весь возможный опыт.

После войны выпуск журнала возобновился с началом 1946 г. уже под современным названием. На его страницах: задачи московского автозавода имени Сталина; ГАЗ имени Молотова в четвёртой пятилетке; легковой автомобиль ЗИС-110; основные направления НИП в области конструирования автомобиля; мировой автомобильный парк; испытания задних мостов; отливка чёрных металлов под давлением; массовое производство универсальных шарниров автомобилей в США; электроэрозионная резка твёрдых сплавов и сталей: газогенераторы; газобаллонное оборудование для использования сжиженного и сжатого газов; малолитражки; перспективный типаж отечественных автомобилей...

В этот номер "АП" мы включили, помимо современных, некоторые статьи из тех предвоенных и послевоенных номеров журнала. У кого-то они вызовут ностальгию, кого-то, наверное, заставят улыбнуться, кого-то — удивят. Но главное — позволят окунуться в атмосферу тех трудных и грозных лет.

*Поздравляем всех наших читателей и авторов с 75-й годовщиной Великой Победы!  
...И скромным юбилеем журнала "Автомобильная промышленность".*



Указы Президиума Верховного Совета СССР от 26 июня и 10 июля 1940 г. открыли командирам производства огромные возможности для повышения производительности труда, улучшения качества продукции, укрепления производственной дисциплины. Руководители и коллективы отдельных заводов сумели Указы правительства сделать орудием действенной борьбы за наведение большевистского порядка в производстве, укрепление технологической дисциплины, повышение качества машин.

Харьковский тракторный завод имени Орджоникидзе явился инициатором организации смотра качества продукции, способствовавшего наиболее тщательному выявлению слабых мест в конструкции машин и технологии производства, а также в разработке практических путей для устранения обнаруженных отступлений. В результате правильно организованных мероприятий завод сумел в условиях повышенных требований к качеству продукции значительно перевыполнить план III квартала по тракторам и запасным частям. Одновременно достигнуто снижение брака в августе по сравнению с июнем в чугунолитейном цехе с 14,4 до 9,1 %; в сталелитейном — с 6,2 до 3,9 % и в моторном цехе — с 2,5 до 1,9 %. Брак по заводу в целом оставался ещё значительным, но всё же он был меньше, чем на других тракторных заводах: в августе брак составлял на ХТЗ 6,2 %; на СТЗ — 9,8 %, а на ЧТЗ — 11,7 %.

Отдельные руководящие работники промышленности даже после издания Указов Президиума Верховного Совета СССР от 26 июня и 10 июля продолжают допускать нарушения технологической дисциплины и выпуск продукции, имеющей те, или иные недостатки. Между тем в условиях массового производства каждый, на первый взгляд, даже незначительный технологический или конструктивный дефект вызывает миллионные убытки, наносит большой ущерб хозяйственной и оборонной мощи нашей страны.

Недисциплинированность и техническая косность наиболее глубоко укоренились на ЗИС. За выпуск недоброкачественных автомобилей ЗИС-101 СНК СССР и ЦК ВКП(б) решением от 14 августа 1940 г. сняли с поста директора завода Волкова как не справившегося с делом, а т. Лихачёву, который был тогда Наркомом среднего машиностроения, объявили выговор с предупреждением за выпуск недоброкачественных автомобилей ЗИС-101, неприятие своевременных мер к устранению дефектов в машине и сокрытие от правительства наличия этих дефектов.

Однако даже после снятия правительством т. Лихачёва с поста народного комиссара с понижением в должности работники ЗИС до сих пор не осуществили всех необходимых мероприятий, вытекающих из решений партии и правительства. Только продолжающимся на заводе пренебрежением к технологической дисциплине можно объяснить то, что первые образцы автомобилей ЗИС-101, улучшенные в соответствии с решениями правительства, были выпущены с совершенно недопустимыми дефектами.

Не прекратились случаи остановки конвейера вследствие неподачи качественных деталей. В октябре инж. Сергеева допустила изменение температурного режима в сушильных камерах, повлекшее за собой повреждение краски на крыльях и капотах грузового автомобиля ЗИС-5. В это же время значительная партия маслоотражателей была отштампована с отступлением по углу конуса — 23° вместо предусмотренных чертежом 30°.

Нарушения установленной технологии и отступления от чертежей продолжают и на других заводах. На ГАЗ при сборке автомобилей было обнаружено неприлегание фланца картера рулевого механизма к лонжерону. Оказалось, что старший технолог цеха шасси т. Матвеев допустил обработку картера без специального при-

способления, которое было предусмотрено установленным технологическим процессом.

Руководители завода "Трактородеталь" имени Кирова безответственно изменили проверенный технологический процесс обработки вкладышей подшипников трактора СХТЗ. Вместо галтели радиусом в 7 мм для "упрощения процесса" обработки ввели прямую фаску под углом 45°. В результате — массовые случаи выкрашивания баббита в подшипниках двигателя в эксплуатации.

Перечисленные примеры и другие факты показывают, что на ряде заводов ещё не изжили примиренческого отношения к нарушителям технологической дисциплины. Между тем каждый такой случай на заводе должен быть своевременно вскрыт и осуждён, а непосредственный виновник подвергнут суровому наказанию как за государственное преступление.

На автотракторных заводах довольно широко применяют ещё так называемую обходную технологию, временные технологические процессы.

Нередко руководители предприятий под предлогом борьбы за количественное выполнение плана, а в действительности стремясь обойти некоторые трудности освоения запроектированной технологии, допускают облегчение технологических требований.

Задача заключается в том, чтобы заводы не обходили, а преодолевали некоторые трудности, связанные с точным соблюдением технологического процесса. Для этого необходимо своевременно обеспечивать производство оснасткой в соответствии с запроектированной технологией, своевременно контролировать накладку станков, приспособлений и т. п. Запроектированный технологический процесс должен быть доведён и освоен каждым мастером, ответственным за его проведение. Необходимо, наконец, усилить контроль над поступающими на завод материалами с точки зрения их соответствия установленным техническим условиям.

Безоговорочное применение зафиксированного технологического процесса, оснащённого всем комплексом необходимых приспособлений и инструментария, беспощадная борьба с нарушителями технологической дисциплины обеспечат количественное и качественное выполнение государственного плана.

Огромное значение для повышения качества продукции имеют также конструктивные улучшения отдельных узлов и деталей, модернизация выпускаемых машин.

Конструкторские работы на наших заводах не всегда целеустремлены. Конструкторы зачастую неправильно понимают и реализуют задачу — двигать технику непрерывно вперёд. Очень часто в конструкторских бюро заводов можно видеть чертежи новых конструкций машин, стоящих на современном техническом уровне, причём только незначительная часть разработанных конструкций реализована в виде опытных образцов. В то же время в эксплуатационных бюро заводов имеется большое количество рекламаций на качество выпускаемых машин, не привлекающих серьёзного внимания конструкторов.

Грузовой автомобиль ЗИС-5 имеет ряд существенных эксплуатационных дефектов: повышенный эксплуатационный расход топлива, не удовлетворяющую техническим требованиям тормозную систему, недостаточную прочность главной передачи заднего моста и др. Не устране-

ны ещё конструктивные дефекты и на автобусе ЗИС-16. Таким образом конструкторско-экспериментальный отдел завода узаконил выпуск автомобилей с конструктивными дефектами, так как ориентируется исключительно на новые модели грузового автомобиля и автобуса.

На тракторных заводах объём конструкторских работ по новым объектам достаточно велик, но к конструктивному улучшению выпускаемых машин тоже проявляют весьма слабый интерес. Подтверждением могут служить такие существенные недостатки, как низкие пусковые качества газогенераторного трактора ХТЗ, неудовлетворительный запуск пускового мотора трактора ЧТЗ, недостаточная стойкость камер газификации газогенераторных установок и др.

Ориентация на одновременную замену устаревших моделей машин независимо от перспектив внедрения новых конструкций в производство и в то же время полное пренебрежение модернизацией приводят не к движению вперёд техники автотракторостроения, как этого ожидают конструкторы, а потащит её назад, увеличивая с каждым годом отставание.

Нашим конструкторам следует понять, что основной, постоянно удерживающей выпускаемые автомобили и тракторы на современном технологическом уровне, является систематическая модернизация машин.

Ссылки на то, что систематическая модернизация машин невозможна при поточно-массовом производстве, необоснованны и противоречат зарубежной практике.

Упущенное время надо наверстать быстро. Технические пути модернизации машин ясны, и длительного времени для экспериментальной проверки не потребуется. В пересматриваемых и вновь создаваемых стандартах на автомобили и тракторы должны быть полностью отражены передовые показатели, полученные в результате модернизации и улучшения качества машин.

Необходимо завершить модернизацию легкового автомобиля ЗИС-101 в том объёме, который намечен комиссией академика Чудакова и утверждён СНК СССР.

К числу агрегатов и узлов грузового автомобиля ЗИС-5, требующих серьёзного совершенствования, относятся в первую очередь двигатель, тормозная система, главная передача. Совершенно нетерпим недобор мощности на двигателе ЗИС-5, но особенно если учесть, что этот двигатель устанавливается не только на трёхтонном автомобиле ЗИС-5, но и на пятитонном грузовике Ярославского завода. Предварительная проверка мощности двигателей, снятых с конвейера, выявила исключительно низкий механический КПД двигателя. Это свидетельствует о том, что при изготовлении деталей и сборке двигателей на заводе допускаются отклонения от требований по соосности, обработке поверхности и т.д. Этим в значительной мере можно объяснить и недостаточную экономичность двигателей.

Для улучшения качества автобуса ЗИС-16 необходимо в первую очередь устранить те конструктивные недочёты, которые непосредственно отражаются на эксплуатационных показателях машин. Эксплуатационная экономичность Горьковского полугрузовика никак не соответствует его грузоподъёмности (0,5 т). Задача заключается в том, чтобы в ближайшее время добиться резкого увеличения экономичности этой машины.

На Ярославском автозаводе необходимо форсировать работы по устранению дефектов, препятствующих нормальной эксплуатации выпускаемого грузового автомобиля.

В связи с предстоящим введением стандартов на гусеничные тракторы ЧТЗ и СХТЗ необходимо быстро осуществить повышение отдельных показателей машин. ЧТЗ должен в первую очередь обеспечить безотказный запуск пускового мотора трактора, а по тракторам СХТЗ-НАТИ — повышение стойкости отдельных деталей — головки цилиндров двигателя, траков гусеницы и др.

Качество газогенераторных автомобилей и тракторов требует особого внимания в связи с необходимостью максимальной экономии жидкого топлива. Для того, чтобы эти тракторы и автомобили работали в эксплуатации нормально, нужно обеспечить безотказный пуск газогенераторного трактора ХТЗ, повысить мощность газогенераторных двигателей, в особенности автомобилей ЗИС и трактора ЧТЗ, увеличить прочность газо-

генераторных установок и в первую очередь стойкость камер газификации. Одновременно необходимо форсировать работы по использованию в газогенераторах, кроме древесного, также и других видов твёрдого топлива — антрацита, торфа, каменного угля, соломы.

Автомобильные и тракторные заводы имеют все условия для решения поставленных задач. Передовые производственные кадры заводов неуклонно повышают производительность труда, всё с большей энергией осуществляют борьбу за выпуск продукции отличного качества. Выросшие на заводах кадры инженерно-технических работников способны обеспечить высокий конструктивный и технологический уровень выпускаемых машин. Задача командиров производства — возглавить инициативу масс, направить её по правильному руслу.

Нет сомнения, что работники автотракторной промышленности ответят на решения партии и правительства выпуском высококачественных машин, необходимых для укрепления хозяйственной и оборонной мощи нашей великой родины.



## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 658.512; 672.3

### АНАЛИЗ ИНФОРМАТИВНОСТИ ДОКУМЕНТАЦИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ СЛОЖНЫХ ПОКОВОК ПО ТРЕБОВАНИЯМ IATF 16949

**ВАЛИЕВА Е.Г.**, канд. техн. наук **КАСЬЯНОВ С.В.**

ПАО "КамАЗ", Набережночелнинский институт (филиал) КФУ (ms\_veg@mail.ru)

*Представлено новое понимание требований IATF 16949, проанализировано качество информации для управления изготовлением сложных поковок и улучшения их качества.*

**Ключевые слова:** комплект технологической документации; система менеджмента; поставщик автокомпонента; качество продукции; прибыль; управление проектом.

**Valieva E.G., Kasyanov S.V.**

### ANALYSIS OF INFORMATIVITY IN DOCUMENTATION FOR MANAGING THE QUALITY OF COMPLEX FORGINGS ON IATF 16949 REQUIREMENTS

*There is presented a new understanding of IATF 16949 requirements, analyzed the quality of information for managing the manufacture of complex forgings and improving their quality.*

**Keywords:** a set of technological documentation; management system; component supplier; product quality; profit; project management.

На российских предприятиях автомобилестроения, бывших ранее государственными, основой управления производством остаётся стандартизованный комплект технологической документации который создавался в ходе технологической

подготовки производства [1]. Обычно в него входили: чертёж автокомпонента, маршрутная технологическая карта, комплект операционных технологических карт с эскизами обработки в переходах, технологические карты контроля, планировка

технологической линии, сводная ведомость оснастки. Для выпуска продукции требуемого качества качественной подготовки комплекта, обеспечения рабочих мест всеми ресурсами и соблюдения технологической дисциплины на рабочих местах вполне достаточно. Но комплект является также основой для разработки организационно-управленческой документации, планирования потребности в ресурсах и текущего планирования производства. А при поставках военной продукции наличие такого комплекта требует Министерства обороны РФ. Поэтому и сегодня, и в будущем именно стандартизованный комплект документации должен оставаться основой информации для управления производством.

В советское время все документы подвергались процедурам нормоконтроля, и утверждения, в ходе которого визируявшие заинтересованные лица были обязаны ознакомиться с его содержанием. Содер-

жащиеся в созданном комплекте требования использовались исключительно в качестве критериев для оценки соответствия качества продукции и процессов. Но для регулирования процессов и улучшения качества по современным стандартам СМК этих требований уже недостаточно.

В 1990-е годы на заводах полного цикла большая часть производств оказалась разбросанной по достаточно мелким чисто производственным предприятиям, неспособным содержать специализированные инженерные службы. А в службах крупных заводов численность специалистов сократилась в разы, да и уровень их подготовки стал значительно ниже. Поэтому в последние десятилетия многие предприятия перешли к подготовке упрощённых вариантов технической документации обычно в виде маршрутно-операционных технологических карт. При этом фактическое качество их содержания сегодня в силу перечисленных причин практически на всех предприятиях заметно ухудшилось. Поэтому в поиске инструментов улучшения качества продукции правительство вынудило предприятия внедрять и сертифицировать систему качества по требованиям ISO 9001:94. Головные заводы начали требовать, чтобы все поставщики обязательно получили сертификат на соответствие требованиям стандартов. За более чем 20 лет российские производители автокомпонентов прошли многократную ресертификацию систем менеджмента качества по требованиям стандартов ISO 9001, ISO 16949, а с 2017 г. — IATF 16949: 2016.

Поскольку в советское время у предприятий не было задачи бороться за прибыль, содержание документов СМК не обязательно увязано с утверждённой технической документацией. В понимании специалистов выполнение требований стандарта СМК до сих пор остаётся формальным, ведь на мировом рынке потребителей российских автокомпонентов нет. В силу экономических причин им от поставщиков важно только не получить дефектных автокомпонентов. Поэтому не укоренилось понимание того, что требование постоянного улучшения

качества не может быть выполнено на привычной информационной базе. В результате за 20 лет применения СМК реального улучшения качества продукции не произошло. Наоборот укрепляются традиции создания дополнительных документов для сертификации систем менеджмента без увязки с технологической документацией. Это очень характерно, например, при внедрении СМБП (ГОСТ Р 56404—2015).

На самом деле уместно вспомнить, что все международные стандарты по системам менеджмента (ГОСТ Р 51814.4—2004 и ГОСТ Р ИСО 9001—2015) появились в результате обобщения опыта ведущих компаний по достижению *прибыльности* проектов подготовки производства и выпуска каждого нового продукта. Именно объём прибыли является главным условием поддержания долгосрочной конкурентоспособности на мировом рынке. А стандарт СМК для всех авторитетных производителей — это всего лишь универсальная структурная схема для отработки собственных систем менеджмента, нацеленных на предупреждение потерь прибыли при безусловном обеспечении качества продукции. Они прекрасно понимают, что необходимый для борьбы за продажи в условиях жёсткой конкуренции уровень стабильности качества не будет достигнут без тщательнейшей подготовки производства, мониторинга и анализа данных. Именно для этого при подготовке производства специалисты делают то, что у нас ранее не предусматривалось, заранее выявляют факторы, влияющие на качество, разрабатывают и жёстко соблюдают методики измерения, разрабатывают и применяют планы управления на рабочих местах. Но и это ещё не всё. Для получения прибыли нельзя ограничиваться подготовкой только производственных процессов. Одновременно надо решать вопросы экологического менеджмента и минимизации расхода ресурсов.

Повышать степень управляемости процессов производства российских поставщиков в реальности вынуждают только действующие в России совместные предприятия по сборке автомобильной техники и производству автокомпонентов, так

как они руководствуются стандартами зарубежного партнера. Но многолетняя традиция управления по советским стандартам без тщательной выверки содержания базовых документов [1] улучшить её до необходимого уровня никак не позволяет.

Анализ действующей заводской информации для управления качеством выполнен на примере проекта подготовки производства и выпуска поковок коленчатых валов массой свыше 70 кг для двигателей тяжёлых грузовиков КамАЗ. Технологическая подготовка производства была начата в 2016 году, поставки — с 2017 г. Производственный процесс содержит свыше 40 производственных операций, около 50 — транспортных, 18 операций хранения, 14 — контрольных. Поддержание качества осложняется не только габаритами, массой и сложностью конфигурации поковки, но и невозможностью останковки процесса формирования горячей заготовки проходящей по автоматизированной линии. До настоящего времени дефектность поставок остаётся достаточно высокой, и поставщик периодически получает штрафные санкции. Линия по изготовлению крупных поковок действует более 40 лет. Многие операции с момента запуска производства сохраняются неизменными, так что при освоении новой продукции подробное документирование процессов не считается важным мероприятием.

Реестр специальных характеристик согласован с заказчиком, но их формирование в потоке операций не прослежено. Основным технологическим документом является маршрутно-операционная карта. В виду большого количества операций она чересчур громоздка и неудобна для анализа содержания операций. Изложение содержания операций перегружено перечислениями применяемой оснастки без привязки её к выполняемым переходам, а основные характеристики переходов и требования к качеству поковки в большинстве производственных операций не указываются. Практически не документировано обеспечение качества в большинстве операций хранения и транспортирования. Документация по выполнению наладок оборудования технологической

Измерения изогнутости	Дата измерений																			
	21.11.				22.11.				23.11.				24.11.				25.11.			
Время, час	9	11	13	15	9	11	13	15	9	11	13	15	9	11	13	15	9	11	13	15
№ выборки	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
$h_1$	0,6	0,9	0,7	0,8	0,8	0,9	0,6	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,9	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,7
$h_2$	0,6	0,8	0,8	0,9	0,7	0,7	0,9	1,0	0,7	0,8	0,9	0,9	0,6	0,8	0,8	0,9	1,1	0,9	0,6	0,7
$h_3$	0,7	0,9	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7	0,7	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8	0,9
Средний результат всех измерений													$\bar{h}$				0,8			
Средний размах													$\bar{R}_h$				0,18			

линии нацелена только на обеспечение безопасности, а регистрация значимых характеристик наладок не предусмотрена. Рабочие инструкции содержат достаточно много общей информации, а также перегружены перечислением мелких технических действий. Требования к контролю за их исполнением не документированы. Таким образом, качество информации в стандартизованной документации позволяет считать, что в нарушение требований СМК управление производственными операциями руководство передоверило наладчикам.

В связи с подготовкой к сертификации СМК по требованиям

IATF 16949 в техпроцессе внедрено статистическое управление (SPC) характеристикой изогнутости коленчатого вала (биение средней коренной шейки относительно крайних). Схема измерения штангенрейсмасом с ценой деления 0,05 мм представлена на рисунке. Процесс базирования в центрах и ручных измерений поковки требует присутствия двоих человек, так что трудоёмкость его очень велика.

Утверждённый план статистического управления следует считать чрезмерно жёстким (он включает высокую частоту взятия выборок большого объёма). К тому же периодичность выборок указана в часах без привязки к количеству поковок, а регистрация данных выборок в документации не прописывается. Поэтому нельзя утверждать, что в выборку попадают именно те поковки, которые были для этого запланированы. Пример данных измерений приведён в таблице.

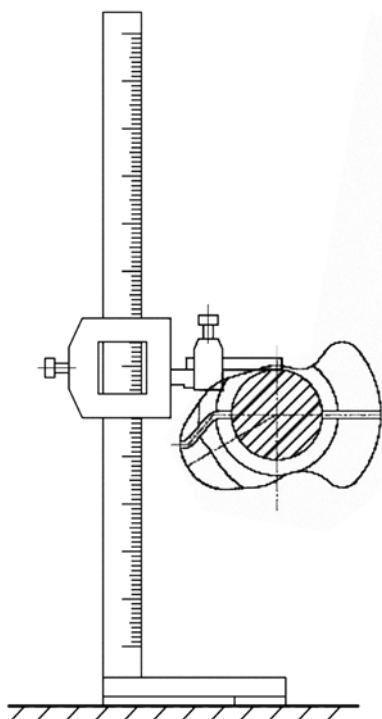
Из контрольной карты средних следует, что процесс находится в статистически неуправляемом состоянии (ГОСТ Р ИСО 7870-2—2015). Однозначных решений для улучшения по этим данным выработать невозможно. Ведь её величина зависит в основном от свойств металла, условий штамповки и термической обработки, а измерение проводится после операции правки. В содержании комплекта РРАР, который был по инициативе поставщика направлен заказчику, выявлен ряд несоответствий с содержанием техдокументов.

Таким образом, в данном случае инструменты управления системы менеджмента качества применяются формально, исключительно для демонстрации аудиторам. А специалисты не получают объективной и достаточно полной документированной информации ни о содержании, ни об изменчивости производственных операций.

Поскольку управление — это информационная технология [2], результативность решения поставленных задач в первую очередь определяется тем, насколько глубоко специалистами изучено и документировано содержание технологий, а также в какой степени обеспечено прослеживание и применение информации о качестве автокомпонентов по процессам его жизненного цикла проекта. Чтобы предупредить основные факторы потери прибыли, запланированной в проекте, была поставлена задача отработки процессов формирования требований, получения и анализа данных мониторинга на рабочих местах.

#### Литература

1. ГОСТ 3.1119—82. Единая система технологической документации. Общие требования к комплектности и оформлению документов на единичные технологические процессы. — Введен 1985-01-01. — М.: Стандартиформ, 2012. — 16 с.
2. Биктимирова Г.Ф. Информационно-технологическое сопровождение производства автокомпонентов мирового уровня качества / Г.Ф. Биктимирова // Сб. материалов Пятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции "Управление качеством", 10—11 марта 2016 г. / ФГБОУ ВО "Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)". — М.: МАИ, 2016. — С. 111—114.





УДК 629.331

## УВЕЛИЧЕНИЕ ГРУЗОПОДЪЁМНОСТИ АВТОПОЕЗДОВ В ПРЕДЕЛАХ ТИПОРАЗМЕРНОГО РЯДА

Д-р техн. наук ТРЕМБОВЕЛЬСКИЙ Л.Г.,  
НИКОЛЬСКИЙ Д.А.

Московский политехнический университет (МАМИ)

*Приводятся результаты исследования возможности повышения грузоподъемности автопоездов, предназначенных для перевозки сыпучих грузов, не выходя за параметры, определяющие их типоразмерный ряд.*

**Ключевые слова:** эффективность, производительность, седельно-сцепное устройство, контейнер, центр масс, массовые характеристики.

**Trembovelsky L.G., Nikolsky D.A.**  
**INCREASING OF ROAD TRAINS CARRYING CAPACITY  
WITHIN DIMENSION-TYPE**

*The article presents the research results of the possibility of the designed for the bulk cargo transportation road trains carrying capacity increasing, without going beyond the parameters that determine their size range.*

**Keywords:** efficiency, productivity, fifth wheel coupling device (fifth wheel), container, center of mass, mass characteristics.

Концепция создания типажа специализированных автотранспортных средств (САТС) в условиях рыночной экономики и этапы его создания на примере выбора ТС по критерию эффективности выполнения технологического процесса подробно рассмотрена в работах [1] и [2]. Исследуем один из вариантов процедуры выбора по критерию производительности при совершении объектом технологического процесса.

При эксплуатации САТС одной из основных оценочных характеристик является эффективность, которая, в свою очередь, складывается из различных параметров, выбор и значимость которых соответствует целям и приоритетам владельца транспортного средства. Одна из основных составляющих эффективности — производительность:  $P = m_n V$  (т · км/ч), где  $m_n$  — масса перевозимого груза, тонн;  $V$  — средняя скорость движения, км/ч. Исходя из этого актуально исследование возможности достижения максимальной грузоподъемности с учётом действующих нормативов и технических характеристик транспортных средств при контейнерной перевозке расфасованных сыпучих грузов автопоездом.

В качестве объектов исследования выбраны автопоезда в составе автомобилей-тягачей "Вольво" колёсной формулы 4×2 и 6×2 и полуприцепов-контейнеровозов фирм-изготовителей "Тонар", "Грюнвальд", "Кроне" и "Виелтон", занятых на транспортировке сахарного песка, распределённого в упаковки массой по 50 кг

(табл. 1). Представленные тягачи максимально унифицированы по оборудованию.

Используемые в данном исследовании параметры автомобилей-тягачей следующие: положение седельно-сцепного устройства (ССУ) 625 мм перед ведущей осью для тягача FH 4×2 и 300 мм за ведущей осью для тягача FH 6×2; допустимая масса, приходящаяся на первую управляемую ось — 8000 кг; допустимая масса, приходящаяся на ведущую ось, для автомобиля с колёсной формулой 4×2 — 10 000 кг; допустимая масса, приходящаяся на заднюю тележку (автомобиль 6×2) — 15 000 КГ; допустимая полная масса автомобилей-тягачей: FH 4×2 — 18 000 кг, FH 6×2 — 23 000 кг. Указанные значения нагрузок соответствуют ТУ на автомобили. Кроме этого они укладываются в нормативы, указанные в постановлении № 12 Правительства РФ от 09.01.2014 (в редакции к постановлению № 474 Правительства РФ от 18.05.2015) [3].

В качестве тары использовались стандартные 20-футовые ISO-контейнеры — оборотная тара, предназначенная для перевозки грузов различными видами транспорта (морским, железнодорожным, автомобильным и др.) без необходимости осуществления погрузки/разгрузки содержимого при смене транспорта, так как приспособлена для механизированной перегрузки с одного транспортного средства на другое [4]. Исследование проводилось расчётным путём с помощью компьютерной программы "Volvo WIS", которая позволяет определить весовые параметры указанных автопоездов.

Первый этап заключался в определении реальной грузоподъемности автопоездов при штатной их комплектации и определении резервов в увеличении грузоподъемности при соблюдении нормативов по нагруз-

Таблица 1

Тип ТС	Изготовитель	Модель	Число осей	Снаряженная масса, т
Тягач седельный	"Вольво Трак"	FH 4×2	4	8,3
Тягач седельный	"Вольво Трак"	FH 6×2	6	9,2
Полуприцеп	"Тонар"	"Тонар-9988"	4	5,4
Полуприцеп	"Тонар"	"Тонар-99883" (974624)	3	4,4
Полуприцеп	"Грюнвальд"	VCS 20ft	3	4,0
Полуприцеп	"Грюнвальд"	VCS 20ft (модиф.)	3	4,0
Полуприцеп	"Кроне"	"Бокс Лайнер" SDC 27 eL20	3	3,4
Полуприцеп	"Виелтон"	NS 3 P20 P30	3	4,7

кам на оси и полных масс автопоездов. Под нагрузкой будем понимать массу, приходящуюся на данный элемент автопоезда — на седельно-сцепное устройство, управляемую ось, заднюю тележку и др. Полные массовые характеристики при фиксированных штатных размерах автопоездов в составе представленных в табл. 1 тягачей и полуприцепов получены расчётным путём с использованием программы "Volvo WIS". Необходимые для этого технические характеристики полуприцепов получены с сайтов их производителей [5], [6], [7], [8]. Результаты расчётов представлены в табл. 2.

Проведённые расчётные исследования позволили для представленных автопоездов определить имеющи-

Таблица 2

Полуприцеп	Колёсная формула тягача	Нагрузка, т				Грузоподъёмность
		на ССУ	на рулевую ось	на заднюю ось/тележку тягача	на оси полуприцепа	
"Тонар-9988"	4×2	9,0	7,2	10,0	23,3	24,7
"Тонар-9988"	6×2	9,7	6,1	12,8	25,2	27,3
"Тонар-99883" (974624)	4×2	9,0	7,2	10,0	20,0	22,3
"Тонар-99883" (974624)	6×2	10,2	6,1	13,3	22,5	26,1
VCSt 20ft	4×2	9,0	7,2	10,0	22,2	25,1
VCSt 20ft	6×2	9,1	6,0	12,2	22,5	25,4
"Бокс Лайнер" SDC 27 eL20	4×2	5,5	6,6	7,1	22,5	22,4
NS 3 P20 P30	4×2	9,0	7,2	10,0	20,0	22,1
NS 3 P20 P30	6×2	10,1	6,1	13,1	22,5	25,7

Таблица 3

Полуприцеп	Колёсная формула тягача	Резерв нагрузки на рулевую ось, тонн	Резерв нагрузки на заднюю ось/тележку тягача, тонн	Резерв нагрузки на оси полуприцепа, тонн
"Тонар-9988"	4×2	0,8	—	2,7
"Тонар-9988"	6×2	1,9	2,2	0,8
"Тонар-99883" (974624)	4×2	0,8	—	2,5
"Тонар-99883" (974624)	6×2	1,9	1,7	—
VCSt 20ft	4×2	0,8	—	0,3
VCSt 20ft	6×2	2,0	2,8	—
Gr-VCSt 20 ft NEW	4×2	0,8	—	0,4
Gr-VCSt 20 ft NEW	6×2	2,0	2,7	—
"Бокс Лайнер"				
SDC 27 eL20	4×2	1,4	2,9	—
NS 3 P20 P30	4×2	0,8	—	2,5
NS 3 P20 P30	6×2	1,9	1,9	—

Параметры	Варианты и варьируемые параметры			
	I серийный вариант	II смещённые ССУ	III смещённые контейнера на 88 мм	IV уменьшение на 427 кг
Расстояние до ССУ от заднего моста, мм	625	850	850	850
Расстояние до ЦМ контейнера от передних колес п/п, мм	707	707	619	619
Нагрузка на переднюю (управляемую) ось тягача, кг	7232	7929	7928	7898
Нагрузка на ССУ, кг	8979	9693	9691	9554
Нагрузка на заднюю ось тягача, кг	10 000	10 000	9999	9892
Нагрузка на тележку полуприцепа, кг	19 991	21 322	22 500	22 210
Масса перевозимого груза, кг	22 320	24 365	25 541	25 114
Полная масса автопоезда, кг	37 223	39 251	40 427	40 000

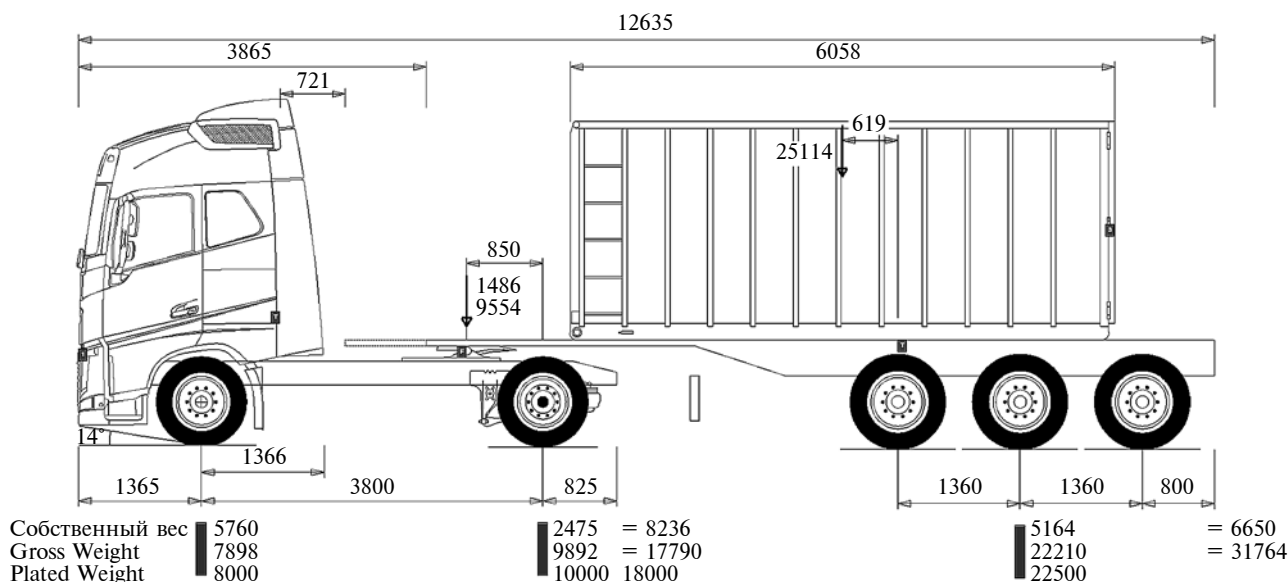
еся резервы по нагрузкам. По каждому несущему элементу автопоезда резерв  $\Delta$  определяется по формуле:  $\Delta = m - m_{нэ}$ , т, где  $m$  — нормированное значение нагрузки (массы), приходящейся на несущий элемент автопоезда, т (указаны ранее);  $m_{нэ}$  — нагрузка (масса), приходящаяся на несущий элемент автопоезда в штатном исполнении, т. Подсчитанные таким образом резервы по нагрузкам представлены в табл. 3.

Как видим, у тягачей с колёсной формулой 4×2 наблюдается резерв преимущественно на рулевой оси, тогда как у тягачей с колёсной формулой 6×2 резервы имеются как на рулевой оси, так и на задней тележке. Таким образом есть возможность увеличить производительность путем доработки конструкции седельных тягачей и полуприцепов с целью увеличения грузоподъёмности.

Конструктивной особенностью указанных в табл. 1 седельных тягачей является возможность смещения седельно-сцепного устройства вдоль продольной оси транспортного средства. Так как нагрузка от полуприцепа, приходящаяся на ССУ, распределяется между осями седельного тягача, такое смещение позволяет достичь нормативной нагрузки на оси тягача и, соответственно, увеличения массы перевозимого груза. Полуприцепы-контейнеровозы не имеют конструктивной возможности смещения контейнера вдоль их продольной оси. Однако смещение контейнера также позволило бы добиться аналогичного эффекта.

Второй этап работы заключался в поиске оптимального расположения указанных элементов несущей конструкции автопоездов с целью увеличения грузоподъёмности. Методику оптимизации можно разделить на две части: получение максимально возможной нагрузки на ССУ путём его смещения в сторону оси, на которой имеется резерв по грузоподъёмности, и





Полная масса автопоезда = 40000 кг  
Plated Gross Combination Weight = 40000 кг

Распределение нагрузок автопоезда с полуприцепом "Тонар" мод. 99883 (974624) и двухосным седельным тягачом со смещением ССУ и смещением контейнера назад на 88 мм относительно штатного положения и учётом законодательных ограничений

получение максимально возможной грузоподъёмности путём смещения точек крепления контейнера на полуприцепе в сторону наличия резерва по нагрузке на ССУ/тележку полуприцепа.

В программе "Volvo WIS" уже заложен алгоритм расчёта допустимых нагрузок, поэтому задача сводится к смещению ССУ и контейнера и проверке геометрической совместимости тягача и полуприцепа. Кроме этого в качестве граничных условий в программу заложен радиус ометания.

Поэтапный ход оптимизации грузоподъёмности на примере автопоезда в составе автомобиля-тягача "Вольво FH 4×2" и полуприцепа "Тонар-99883" представлены в табл. 4. В результате с ростом грузоподъёмности производительность выросла на 12,5 %.

Аналогичным способом были произведены расчёты для всех приведённых в этой статье автопоездов. Ре-

зультаты указаны в табл. 5. Как видим, наибольшей грузоподъёмностью после доработок обладают автопоезда в составе трёхосного седельного тягача и трёхосного полуприцепа. Сравнивая массовые характеристики, приведённые в табл. 2 и 5, можно сделать вывод, что приращение массы перевозимого груза за счёт оптимизации положения центра масс автопоездов рассмотренного состава, может достигать 2—17 %, что существенно увеличивает производительность транспортной работы.

В результате проведённых исследований получены значения грузоподъёмности полуприцепов-контейнеровозов как отечественного, так и зарубежного производства (табл. 2). Определён автопоезд, обладающий наибольшей грузоподъёмностью. Выявлено, что рассматриваемые автопоезда, задействованные на перевозке сыпучих грузов (сахарного песка), имеют резерв

Таблица 5

Полуприцеп	Колёсная формула тягача	Положение ССУ, мм	Нагрузка на ССУ, т	Нагрузка на рулевую ось, т	Нагрузка на заднюю ось/тележку тягача, т	Смещение контейнера*, мм	Нагрузка на оси полуприцепа, т	Грузоподъёмность, т	Приращение грузоподъёмности, %
"Тонар-9988"	4×2	850	9,7	7,9	10,0	+42	26,0	28,1	13,8
"Тонар-9988"	6×2	300	9,7	6,1	12,7	0	25,2	27,3	0
"Тонар-99883" (974624)	4×2	850	9,5	7,9	9,9	+88	22,2	25,1	12,5
"Тонар-99883" (974624)	6×2	175	12,4	6,6	14,9	-282	22,5	28,2	8,0
VCSt 20ft	4×2	850	9,6	7,9	9,9	-103	22,2	25,6	2,0
VCSt 20ft "Бокс Лайнер"	6×2	150	12,5	6,7	14,9	-414	22,4	28,7	13,0
SDC 27 eL20	4×2	725	9,3	7,5	10,0	-490	22,5	26,2	17,0
NS 3 P20 P30	4×2	725	9,3	7,5	10,0	+28	22,5	24,9	12,7
NS 3 P20 P30	6×2	150	12,5	6,7	15,0	+339	22,3	28,0	8,9

Примечание: \* Со знаком "+" указаны смещения вперед по ходу движения, со знаком "-" — смещения назад

по увеличению грузоподъёмности за счёт оптимизации положения центра масс.

Изменение положения центра масс обеспечивалось продольным перемещением седельно-сцепного устройства и грузового контейнера. Граничными условиями при оптимизации положения центра масс являлись допустимые значения осевых нагрузок и других массовых характеристик, указанных в технических условиях подвижного состава, а также радиус ометания.

Изменение положения центра масс позволило увеличить грузоподъёмность рассмотренных автопоездов от 2 до 17 % по отношению к базовому варианту. В результате выработаны рекомендации фирмам-изготовителям представленных полуприцепов по возможной вариативности мест крепления контейнеров.



## Литература

1. Трёмбовельский Л.Г. О создании типажа специализированных автотранспортных средств. Автомобильная промышленность, 2017. — № 4.
2. Трёмбовельский Л.Г., Грифф М.И. К выбору шасси-носителя при проектировании специализированного автотранспортного средства. Автомобильная промышленность, 2017. — № 6.
3. Постановление Правительства РФ от 9 января 2014 г. № 12 "О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам перевозки тяжеловесных грузов по автомобильным дорогам Российской Федерации". <https://base.garant.ru/70558588>
4. ISO 668:2013/NP Amd 1 // ISO, ISO/TC 104/SC 1
5. Сайт ООО МЗ Тонар. <https://www.tonar.info>
6. Сайт ООО Грюнвальд. <http://grunwaldtrailers.ru>
7. Сайт Fahrzeugwerk Bernard Krone GmbH & Co. <https://www.krone-trailer.com>
8. Сайт WIELTON S.A. <https://wielton.ru>

УДК 629.113

## ОСОБЕННОСТИ КИНЕМАТИКИ ШАРНИРОВ РАВНЫХ УГЛОВЫХ СКОРОСТЕЙ ТИПА "ТРИПОД"

Канд. техн. наук САВЕЛЬЕВ В.А.  
НАМИ ([valeriy.savelev@nami.ru](mailto:valeriy.savelev@nami.ru))

*Показана ошибочность существующего в литературе взгляда на кинематику шарнира равных угловых скоростей типа "Трипод". Отмечается, что вращательное движение ведущего звена такого шарнира преобразуется в более сложное движение ведомого звена — вращение плюс квазипрецессионное движение с той же угловой скоростью. Вывод подтверждён экспериментально.*

**Ключевые слова:** шарнир равных угловых скоростей, Tripod, кинематика, вращение, квазипрецессионное движение.

### Saveliev V.A. FEATURES OF KINEMATICS OF EQUAL ANGULAR VELOCITY JOINTS OF TRIPOD TYPE

*The error of the existing literature view on the kinematics of the equal angular velocity hinge of the Tripod type is shown. It is noted that the rotational motion of the leading link of such a hinge is converted into a more complex motion of the driven link-rotation plus quasi-precessional motion with the same angular velocity. This conclusion is confirmed experimentally.*

**Keywords:** the hinge of equal angular, Tripod, kinematics, rotation, quasi-precessional motion.

Шарниры типа "Трипод" получили широкое распространение в приводе колёс легковых автомобилей. Они конструктивно проще и более технологичны в изготовлении, чем шариковые, имеют более высокую несущую способность, а при одинаковой способности передавать крутящий момент — более компактны. Эти шарниры обычно используют как входной элемент системы "приводной вал с шарнирами" для передачи крутящего момента от силового агрегата на управляемые колёса, т.е. в качестве внутренних шарниров приводных валов.

Передача крутящего момента от шарнира "Трипод" к приводному валу осуществляется с помощью роликов, расположенных на трёх шипах обоймы, и шлицевого соединения её с приводным валом. Ролики имеют по две степени свободы, реализуя возможность скольжения вдоль шипов обоймы и вращения вокруг них. Трёхшипная обойма с роликами, имеющими сферические боковые поверхности, перемещается в пазах корпуса шарнира, также сферической формы.

Особенности кинематики шарнира типа "Трипод" связаны с тем, что в процессе вращения корпуса шарнира его обойма, а вместе с ней также и приводной вал изменяют своё пространственное положение. Раскрытию обусловленных этим особенностей в существующей литературе внимания уделено мало, а их объяснение сопровождается теоретическими ошибками. Так, в [1] утверждается, что "за один оборот шарнира центр вала пробегает по траектории окружности ...трижды", т.е. вращение ведущего вала преобразуется во вращение ведомого вала с утроенной угловой скоростью. Однако при одном обороте шарнира его корпус и обойма, а следовательно и приводной вал также совершают один оборот. Восполнению связанного с вышеотмеченным пробелом и уточнению вывода [1] относительно кинематики шарнира "Трипод" посвящена настоящая работа.

Основное свойство шарнира равных угловых скоростей — это синхронность вращения его входного и выходного элементов. Равномерность вращения ведущего и ведомого валов обычного шарикового шарнира равных угловых скоростей обеспечивается расположением его элементов, передающих крутящий момент, в плоскости симметрии угла между валами, соединяемыми таким шарниром. Для трёхшипных шарниров типа "Трипод" основное требование к шарнирам равных угловых скоростей — деление угла в плоскости расположения ведомого и ведущего валов пополам не

выполняется. Действительно, в них угол между плоскостью расположения роликов и ведомым валом всегда равен  $\pi/2$ , независимо от угла между этой плоскостью и осью ведущего вала. Упомянутое требование для трёхшпировых шарниров типа "Трипод" справедливо только при соосном расположении их ведущих и ведомых валов, т.е. в одном частном случае — возможно, но не отвечающем основному назначению применения таких шарниров. При других углах в шарнире передача крутящего момента от ведущего вала на ведомый происходит не в биссекторной плоскости, а в плоскости, проходящей через оси шипов, угол между которой и ведомым валом, как отмечалось выше, имеет постоянное значение. Синхронность вращения валов, соединяемых таким шарниром, обеспечивается смещением центра вала с трёхшпировой обоймой относительно оси корпуса шарнира при его вращении [1], для чего предусмотрена возможность перемещения роликов вдоль шипов. Такое возвратно-поступательное движение роликов вдоль каждого своего шипа обоймы происходит трижды за один оборот корпуса шарнира, но центр вала при этом пробегает по своей траектории только один раз, а не трижды и не по окружности, как утверждается в [1].

Рассмотрим взаимодействие элементов шарнира "Трипод" в процессе его работы.

Введем для краткости изложения систему  $S$  [2], которая представляет собой систему «приводной вал с шарниром "Трипод"». Состояние рассматриваемой системы  $S$  определяется описанием  $x$  в виде  $x(\varphi + \Delta\varphi) = T(x(\varphi), \varphi, \Delta\varphi)$ , где  $\varphi$  — угол поворота шарнира относительно некоторого начального положения,  $T$  — оператор, определяющий процедуру, выполняющую по описанию  $x(\varphi)$  в начальном положении можно найти описание  $x(\varphi + \Delta\varphi)$  той же системы  $S$  в некотором следующем положении  $\varphi + \Delta\varphi$ . Угол поворота  $\varphi$  шарнира относительно начального положения является фазовой переменной пространства состояний  $x$  системы  $S$ ,  $\varphi$  изменяется от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ .

При вращении хвостовика шарнира "Трипод", т.е. ведущего вала привода, шлицевой конец ведомого вала, на котором установлена обойма шарнира, кроме вращательного движения относительно своей оси участвует в прецессионном движении. Чисто вращательное движение ведущего вала шарнира преобразуется в более сложное движение ведомого вала — вращение плюс прецессионное движение с той же угловой скоростью, описывая некруговую коническую поверхность, вершина которой совпадает с центром наружного шарнира. Следует отметить, что в данном случае прецессионное движение носит характер вынужденного, кинематически обусловленного движения, в отличие от динамически обусловленного [3], и является квазипрецессионным движением. При этом, как отмечалось выше, угловая скорость вращения конца вала с обоймой шарнира "Трипод" равна угловой скорости вращения корпуса шарнира, внутренняя часть которого непосредственно взаимодействует с роликами, установленными на шипах обоймы. Этот вывод согласуется с результатами специально поставленных экспериментов. Вынужденное прецессионное



Рис. 1. Установка индикатора часового типа для измерения изменения угла наклона приводного вала в вертикальной плоскости относительно продольной оси корпуса шарнира "Трипод"

движение приводного вала сопровождается поступательным движением роликов и шипов обоймы по пазам корпуса шарнира. Сами ролики при этом скользят вдоль шипов и могут вращаться вокруг них.

Для вращающегося приводного вала с шарниром типа "Трипод" характерно изменение его пространственного углового положения. При экспериментах определялась зависимость угла наклона приводного вала в вертикальной плоскости от угла поворота корпуса шарнира от начального положения до полного оборота, т.е. от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ . Для этого могут быть использованы два подхода: первый связан с применением оптического квадранта; второй — с использованием индикатора часового типа.

Общий вид установки индикатора часового типа для измерения изменения углового положения приводного вала при повороте шарнира типа "Трипод" с приводным валом в сборе показан на рис. 1. Штатив крепления индикатора устанавливался неподвижно на станине установки, а стержень индикатора отслеживал изменение высоты точки его касания образующей поверхности приводного вала. Показанное положение приводного вала имитирует ситуацию, когда ось шестерни дифференциала расположена ниже оси колёс автомобиля. Имитация такой же ситуации производилась и при использовании оптического квадранта для регистрации изменения угла наклона приводного вала в процессе поворота корпуса шарнира от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ .

При испытаниях принимались меры по исключению возможных перемещений обоймы вдоль приводного вала шарнира по шлицам. В таблице приведены результаты измерений углового положения приводного вала в вертикальной плоскости в зависимости от угла поворота планшайбы с жёстко установленным на ней хвостовиком шарнира типа "Трипод". Угол наклона в вертикальной плоскости в начальном положении приводного вала, т.е. при нулевом угле поворота планшайбы, составлял  $19^\circ 37'$ . Последующие измерения угла наклона приводного вала в вертикальной плоскости производились при поворотах планшайбы на  $60^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $240^\circ$ ,  $300^\circ$ ,  $360^\circ$ . При этом за начальное положение выбрано положение шарнира с максимальным перемещением одного шипа вдоль паза внутрь корпуса

шарнира, т.е. когда продольная ось одного из пазов находится в вертикальной плоскости расположения продольных осей корпуса шарнира и приводного вала. При повороте шарнира на  $180^\circ$  этот шип также перемещается вдоль этого паза корпуса шарнира, но в противоположном направлении.

По данным, приведённым в таблице, построена графическая зависимость (рис. 2) изменения угла наклона приводного вала ( $y, ^\circ$ ) при изменении угла поворота корпуса шарнира за полный оборот планшайбы стэнда, в которой закреплен хвостовик шарнира, т.е. от  $0^\circ$  до  $360^\circ$  ( $x, ^\circ$ ). Здесь кривым 1—3 соответствуют результаты опытов 1—3 в таблице зависимости угла наклона приводного вала от угла поворота корпуса шарнира. Следует отметить, что при вращении внутреннего шарнира относительно исходного положения одновременно с изменением угла наклона приводного вала в вертикальной плоскости соответственно происходит и изменение его углового положения в горизонтальной плоскости.

Зависимость показывает, что максимальные значения угла наклона приводного вала соответствуют углам поворота корпуса шарнира:  $0^\circ$  (начальное положение),  $120^\circ$ ,  $240^\circ$ ,  $360^\circ$  (совпадает с начальным положением), а минимальные — углам поворота  $60^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $300^\circ$ . При этом максимальные значения угла наклона приводного вала соответствуют расположению 1-го, 2-го и 3-го шипов в вертикальной плоскости с перемещением вдоль пазов, направленным внутрь шарнира, а минимальные — соответствуют расположению 3-го, 1-го и 2-го шипов в вертикальной плоскости с перемещением вдоль пазов, направленным к наружной кромке корпуса шарнира. За один оборот корпуса шарнира "Трипод" приводной вал также совершает один оборот, но при этом его конец, на котором установлена обойма движется по сложной траектории, со-

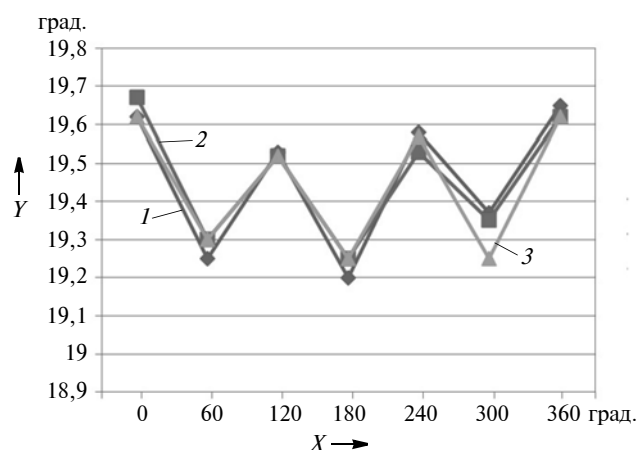


Рис. 2. Зависимость угла наклона приводного вала ( $y$ ) от угла поворота корпуса шарнира ( $x$ )

№	Угол поворота корпуса шарнира, $^\circ$	Угол наклона приводного вала, $^\circ$		
		Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3
1	0	$19^\circ 37'$	$19^\circ 40'$	$19^\circ 37'$
2	60	$19^\circ 15'$	$19^\circ 18'$	$19^\circ 18'$
3	120	$19^\circ 32'$	$19^\circ 31'$	$19^\circ 31'$
4	180	$19^\circ 12'$	$19^\circ 15'$	$19^\circ 15'$
5	240	$19^\circ 35'$	$19^\circ 32'$	$19^\circ 34'$
6	300	$19^\circ 22'$	$19^\circ 21'$	$19^\circ 21'$
7	360	$19^\circ 39'$	$19^\circ 37'$	$19^\circ 37'$

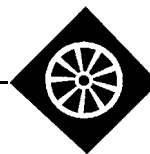
ответствующей вращению и прецессии с одной и той же угловой скоростью. Движение второго конца приводного вала, закреплённого в ступице колеса, вырождается в простое вращательное движение с угловой скоростью, равной угловой скорости вращения шарнира. Это следует из анализа движения точек в плоскостях, перпендикулярных оси вращения приводного вала при предельном переходе в направлении от сечения в месте расположения обоймы внутреннего шарнира к сечению в месте расположения обоймы наружного шарнира.

Результаты экспериментов показывают, что внутренний шарнир приводного вала — шарнир типа "Трипод", кроме вращательного движения вокруг своей продольной оси участвует в квазипрецессионном движении, т.е. чисто вращательное движение ведущего вала шарнира преобразуется в более сложное движение ведомого вала — вращение плюс вынужденное, кинематически обусловленное движение с той же угловой скоростью, описывая некруговую коническую поверхность, вершина которой совпадает с центром наружного шарнира. Это движение, в отличие от динамически обусловленного является квазипрецессионным движением. Движение конца приводного вала, соединённого наружным шарниром со ступицей колеса, вырождается в простое вращательное движение с угловой скоростью, равной угловой скорости вращения внутреннего шарнира. И, разумеется, утверждение [1], что "за один оборот шарнира центр вала пробежит по траектории окружности ...трижды", следует считать ошибкой.

#### Литература

1. Иванов С.Н. Карданные передачи ведущих валов трансмиссий машин и систем (конструкции, теория, расчёт, испытания, эксплуатация, ремонт) // М.: Изд-во ГНЦ РФ ФГУП "НАМИ". 2014. — 232 с.
2. Неймарк Ю.И. Метод точечных отображений в теории нелинейных колебаний // Главная редакция физико-математической литературы изд-ва "Наука". 1972. — 472 с.
3. Пасынкова И.А. Динамика прецессионного движения неуравновешенного ротора // СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та. 2014. — 238 с.





## СОВЕТСКИЙ ЛЕГКОВОЙ ГАЗОБАЛЛОННЫЙ АВТОМОБИЛЬ НА СЖИЖЕННОМ ГАЗЕ\*

Инж. И.И. ГОЛЬДБЛАТ  
НАТИ

Газобаллонные и газогенераторные автомобили применяются пока лишь в грузовом и автобусном транспорте. Однако высокие качества сжиженного бутано-пропанового газа позволяют с полным успехом перевести на этот газ и легковой автотранспорт.

В результате неоднократных экспериментов и длительной эксплуатации (НАТИ) легкового газобаллонного автомобиля М-1 было установлено, что эта машина: 1) сохраняет полностью свою грузоподъемность, 2) способна с одинаковым успехом работать как на сжиженном газе, так и на бензине, 3) обладает отличными пусковыми свойствами и вполне надёжна в работе, 4) открывает широкие возможности в смысле снижения удельного расхода топлива, чего нельзя достичь при работе на бензине.

Ниже даётся описание серийного легкового автомобиля конструкции НАТИ (проект СГ 44) и применяемой на нём аппаратуры, унифицированной для всех марок отечественных автомобилей, работающих на сжиженном газе.

<...>

### Принципиальная схема питания двигателя М-1 сжиженным газом

Газовая магистраль состоит из участков высокого и низкого давле-

ния. Участок высокого давления начинается от баллонов и заканчивается за редуктором высокого давления. Участок низкого давления начинается в испарителе и заканчивается у хода в смеситель.

Сжиженный газ содержится в 2 баллонах ёмкостью в 50 л. Баллоны заполняются жидкостью только на 90 % своего объёма. Это необходимо, во-первых, для того, чтобы при повышении температуры жидкость могла бы расширяться, а во-вторых, паровая подушка необходима для подачи топлива к двигателю.

Баллоны — сварные. Цилиндрическая часть изготовлена из стальной трубы, а днища из листовой стали. Для удобства заполнения и расходования топлива оба баллона соединены между собой при помощи двух трубок, которые соединяют жидко-

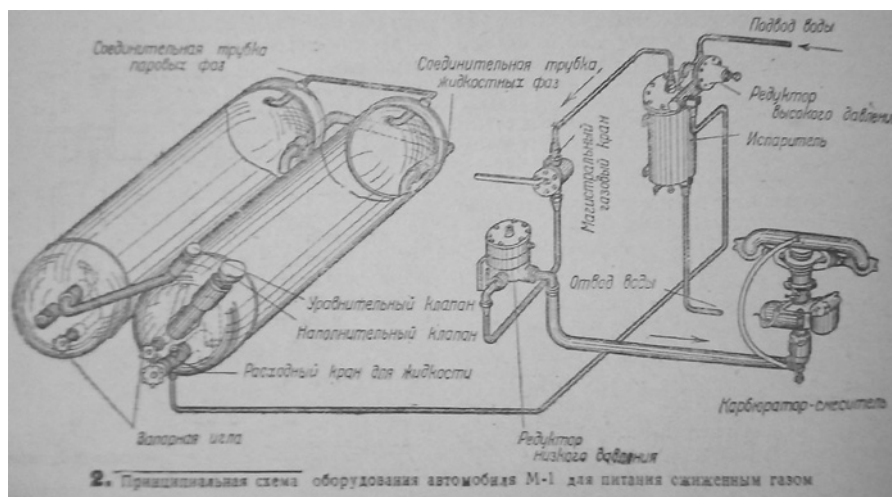
стные и паровые пространства. Оба баллона снабжены одним комплектом наполнительной расходной и контрольной арматуры, расположенной на левых днищах (по ходу автомобиля) обоих баллонов (рис. 2).

Комплект арматуры состоит из: 1) наполнительного и уравнильного клапанов, 2) расходного крана, 3) указателя уровня, 4) запорных игл.

Наполнительный и уравнильный клапаны и две запорные иглы служат для заправки баллонов сжиженным газом.

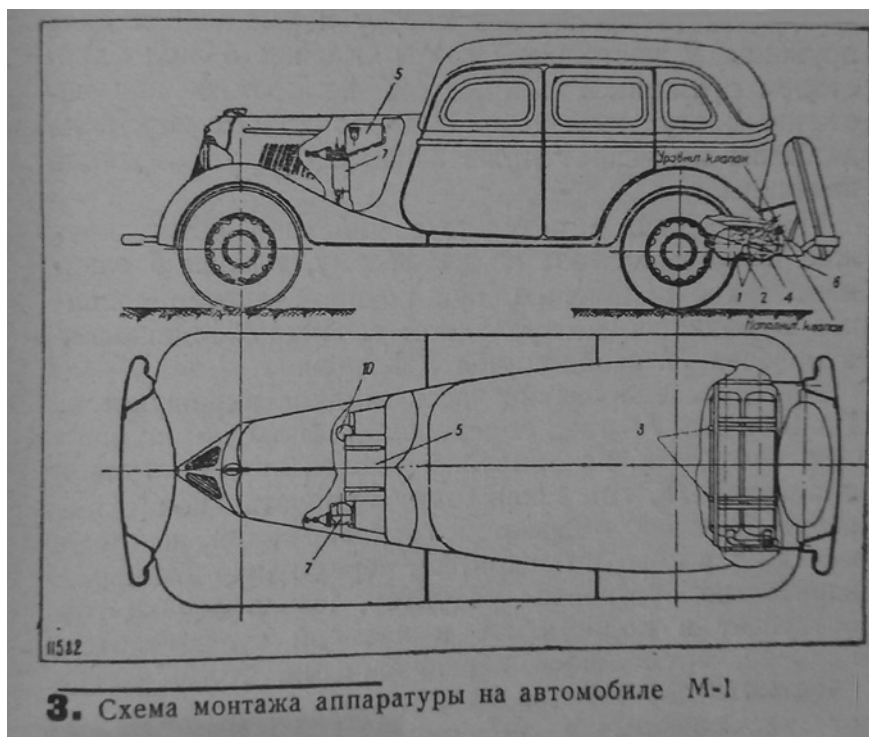
Наполнительный и уравнильный клапаны представляют собой обратные клапаны, причём при заправке первый отжимается избыточным давлением жидкого газа, поступающего в баллон, а второй открывается принудительно при помощи приспособления, сделанного в наконечнике уравнильного шланга. При отъединении шлангов в конце заправки оба клапана прижимаются к седлу избыточным давлением газа в баллоне. Запорные иглы служат для определения момента окончания заправки.

Расходный кран ввёрнут в муфту, заканчивающуюся с внутренней стороны трубкой, загнутой книзу и доходящей почти до дна баллона. Таким образом в газовую магистраль поступает всё время жидкость.



2. Принципиальная схема оборудования автомобиля М-1 для питания сжиженным газом

\* "Автотракторное дело", 1940, № 3, публикуется с сокращениями.



3. Схема монтажа аппаратуры на автомобиле М-1

Расходный кран снабжён предохранительным клапаном, выпускающим газ наружу, если давление в баллоне превысит 16 атм. Указатель уровня служит для определения количества жидкости в баллоне.

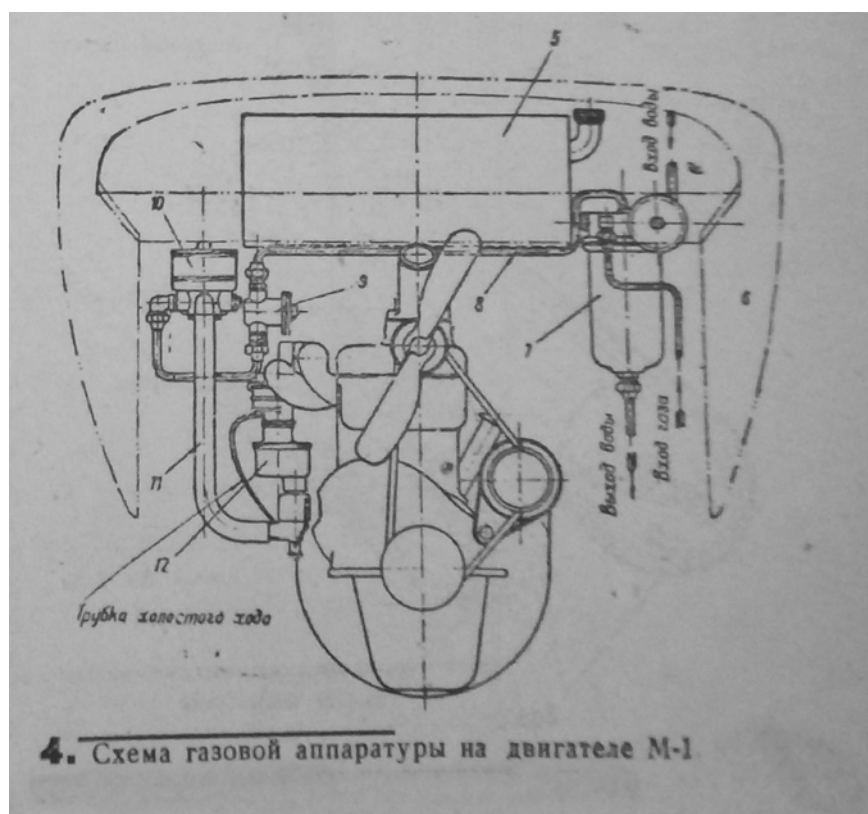
От расходного крана газ в жидком состоянии поступает по медной трубке к входному штуцеру редуктора высокого давления—испарителя. Последний является комбинированным прибором, объединяющим в один агрегат редуктор (автоматический регулятор) высокого давления, испаритель и два фильтра. Назначение прибора — преобразовать подводимую к редуктору-испарителю жидкость с давлением, колеблющимся от 1,2 до 16 атм (в зависимости от температуры и состава газа), в газ полностью испарённый. Последний должен быть тщательно очищен от механических примесей, воды и от растворённых маслянистых и смолистых веществ. Давление газа колеблется в пределах от 1,05 до 1,8 атм при указанных выше изменениях давления подводимой жидкости и при всех возможных изменениях режима работы двигателя. Из редуктора-испарителя сжиженный газ в парообразном состоянии поступает через магистральный пробковый двухходовый кран к редуктору низкого давления. Этот прибор выпол-

няет две функции: автоматического регулятора давления весьма высокой точности и автоматического запорного вентиля, в случае остановки двигателя. В этом редукторе газ понижает своё давление от давления за редуктором высокого давления

(1,05÷1,8 атм) до разрежения порядка 5÷15 мм вод. ст. Из редуктора газ по резиновому шлангу под действием разрежения, создаваемого двигателем, поступает в комбинированный карбюратор-смеситель, где смешивается в необходимой пропорции с воздухом.

### Монтаж аппаратуры и баллонов на автомобиле

На рис. 3 и 4 показана монтажная схема газобаллонного автомобиля М-1. При размещении баллонов и аппаратуры стремились к тому, чтобы детали автомобиля не подвергались никаким изменениям и сохранили бы возможность работы автомобиля как на бензине, так и на газе, и чтобы простота монтажных работ позволяла производить их в любом автохозяйстве. Все детали крепления несложны и сводятся в основном к стальным лентам и нормалям. Имеются лишь две литые алюминиевые траверсы, которые в случае отсутствия литейной могут быть заменены деревянными колодками. Таким образом, любой гараж, получив комплект газовой универсальной аппаратуры как для грузовых, так и для легковых автомоби-



4. Схема газовой аппаратуры на двигателе М-1

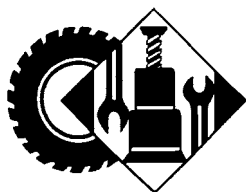
лей, а также и баллоны, может весьма быстро и без значительных затрат дооборудовать автомобиль для работы на сжиженном газе. Как видно из рис. 3, вместо бензобака установлены два баллона 1 для сжиженного газа. Баллоны стягиваются вместе с траверсами 2 двумя металлическими лентами 3. Полученная таким образом жёсткая система из 2 траверс и 2 баллонов притягивается к поперечинам рамы металлическими лентами 4 на то место, где обычно крепится бензобак. Бензобак М-1 снят и заменён небольшим (18 л) бензобаком 5, установленным под капо-

том на щитке. Для этого пришлось перенести бобину и сигналы, которые укреплены на специальных кронштейнах.

Трубка 6 от крана в заднем баллоне по лонжерону рамы подведена под капот и присоединена к штуцеру ввода газа в редуктор-испаритель 7. Последний укреплен в левом верхнем углу щитка под капотом двигателя. Горячая вода подводится к редуктору-испарителю от верхнего шланга, соединяющего водяную рубашку двигателя с радиатором; охлаждённая вода отводится к нижнему шлангу радиатора.

По трубке 8 газ поступает от редуктора-испарителя к магистральному крану 9. Магистральный кран расположен с правой стороны щитка, ручка крана через специальную прорезь выведена в кабину, позволяя закрывать и открывать кран с места водителя. Редуктор низкого давления 10 крепится также в верхнем правом углу щитка и соединён резиновым шлангом 11 с комбинированным карбюратором-смесителем 12, монтированным на всасывающей трубе.

<...>



## ЭКСПЛУАТАЦИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС АТС

УДК 656.13:05.22.10

### РАСЧЁТ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ РАЗДАТОЧНЫХ КОРОБОК ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ЗИЛ

ДУБОВИК Е.А.

Донской ГТУ (+ 7.863. 273-85-11)

*Рассматривается технология по улучшению стенда для испытания РКПП грузовых автомобилей ЗИЛ.*

**Ключевые слова:** автомобиль, предприятия автосервиса, стенд, раздаточная коробка перемены передач.

Dubovik E.A.

### THE CALCULATION OF THE TEST STAND TRANSFER BOXES CHANGE GEAR TRUCKS ZIL

*Technology is considered to improve the test stand RKP trucks ZIL.*

**Keywords:** car, car service centers, stand, transfer case gear shift.

На агрегатных участках предприятий автосервиса предполагается использование стенда для испытания раздаточных коробок. Имеющийся стенд-прототип (рис. 1) предназначен для проведения испытания раздаточных коробок автомобилей КамАЗ, КрАЗ, "Урал". При испытании на этом же стенде раздаточных коро-

бок ЗИЛ мощность приводного электродвигателя будет использоваться не полностью и, соответственно, часть потребляемой электроэнергии будет расходоваться впустую. Если на предприятии обслуживаются только автомобили ЗИЛ, целесообразно произвести модернизацию стенда, которая позволит снизить его энергопотребление. В ходе модернизации необходимо произвести кинематический и силовой расчёт привода стенда, осуществить подбор электродвигателя 2, муфты 3, определить параметры карданных валов 5 и 7.

Задача решается в четыре этапа, первый из которых — подбор электродвигателя привода стенда.

Составляем кинематическую схему привода (рис. 2). Согласно техническим условиям на капитальный ремонт автомобилей ЗИЛ испытание раздаточных коробок производится при частоте вращения входного вала моста  $n_4 = 1500 \text{ мин}^{-1}$  и подводимой мощности 20 кВт. Исходя из этих условий определяем мощности на валах привода по формулам 1 и 2 (см. таблицу).

Частота вращения вала двигателя, как видно из кинематической схемы (рис. 2),  $n_1 = n_2 = n_3 = n_4 = 1500 \text{ мин}^{-1}$ . По ГОСТ 19523—81 выбираем электродвигатель мощностью  $N_{\text{дв}} \geq N_1$  и частотой вращения близкой к  $n_1$ . Этим условиям удовлетворяет РАМ180L4 мощностью 22 кВт и частотой вращения вала  $n_1 = 1460 \text{ мин}^{-1}$ . Определяем мощности на остальных

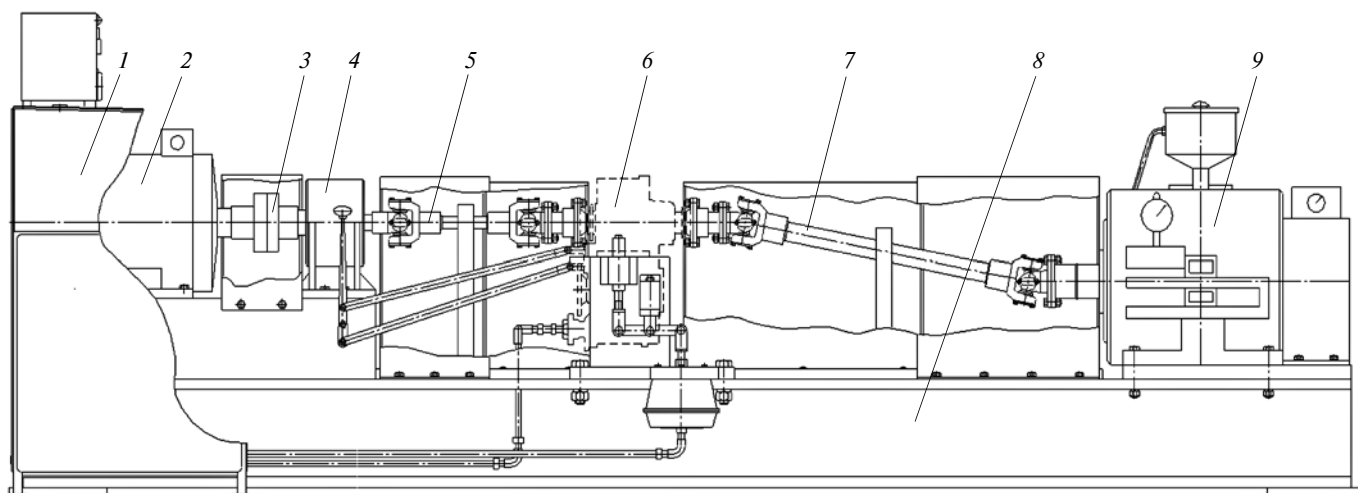


Рис. 1. Стенд для испытания раздаточных коробок грузовых автомобилей:

1 — пульт управления; 2 — электродвигатель; 3 — муфта; 4 — опора промежуточная; 5 и 7 — карданные вала; 6 — испытываемая раздаточная коробка; 8 — рама; 9 — нагрузочное устройство

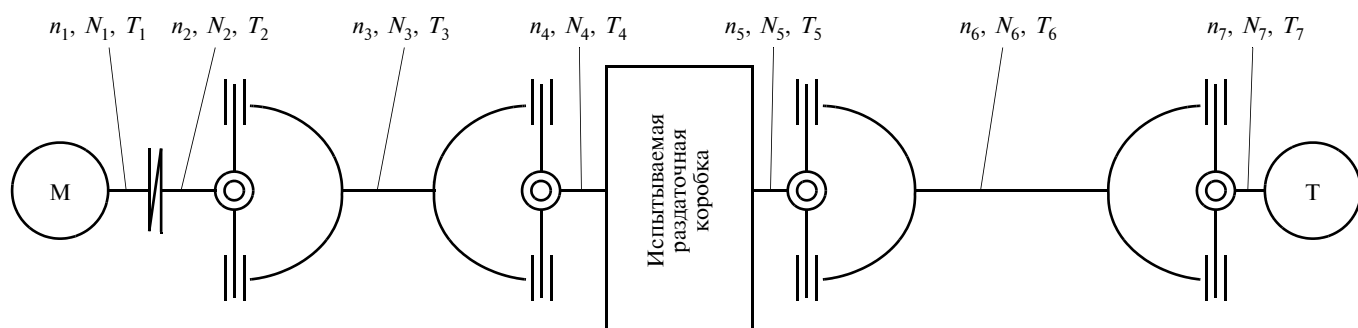


Рис. 2. Кинематическая схема привода стенда для испытания ведущих мостов

валах привода по формуле 3 и крутящие моменты на валах привода по формуле 4.

Второй этап — расчёт валов карданных передач, которых в модернизируемом стенде применяется два: первичный, для передачи крутящего момента от приводного электродвигателя к испытываемой раздаточной коробке, и вторичный, для передачи крутящего момента от коробки к тормозному устройству. Так как необходимо обеспечить возможность изменения длины валов во время работы, каждый из них состоит из двух частей — полый втулки и собственно самого вала, соединённых между собой посредством шлицевого соединения. В ходе расчёта карданной передачи необходимо определить параметры вала и втулки, а также шлицевого соединения.

Расчёт первичной карданной передачи.

В качестве материала изготовления принимаем сталь 45 ГОСТ 1050—88 с закалкой наружной поверхности шлицев до 40...42 HRC. Исходными данными для расчёта вала являются крутящий момент  $T_{кр}$  и силы, действующие на вал  $F_t, F_r, F_x$ . Так как в карданных передачах валы работают только на кручение, то радиальные и осевые силы равны нулю:  $F_t = F_r = F_x = 0$  Н. Определим наружный диаметр вала  $D_1$  (формула 8) из условия прочности на кручение по зависимости 6. Полярный момент сопротивления вала —  $W_\rho$  определим

из формулы 7. С точки зрения технологичности изготовления шлицев на внутренней поверхности сопрягаемой втулки, её внутренний диаметр должен быть не менее 32 мм.

Шлицевое соединение в карданных передачах данного стенда принимаем с прямобочными шлицами. Расчёт шлицевых соединений является проверочным на смятие рабочих граней шлицев и на износ по формулам 9 и 10.  $T_{ш}$  — расчётный крутящий момент, передаваемый шлицевым соединением, определяется по формуле 11.

Внутренний диаметр втулки предварительно принимаем равным  $d_2 = 32$  мм и для изготовления выбираем по ГОСТ 8734—87 трубу 40×4 из стали 45 ГОСТ 1050—88. Определим полярный момент сопротивления выбранной трубы по формуле 12, а напряжения кручения во втулке — по формуле 13.

Расчёт вторичной карданной передачи.

В качестве материала изготовления принимаем сталь 45 ГОСТ 1050—88 с закалкой наружной поверхности шлицев до 40...42 HRC. Определим наружный диаметр вала  $D_1$  (по формуле 16) из условия прочности на кручение.

Внутренний диаметр втулки предварительно также принимаем равным  $d_2 = 32$  мм и для изготовления выбираем по ГОСТ 8734—87 трубу 40×4 из стали 45



№ п/п	Формула	Примечания
1	$N_3 = \frac{N_4}{\eta_{к.п}}$	$\eta_{к.п}$ — коэффициент полезного действия шарнира карданной передачи
2	$N_1 = \frac{N_2}{\eta_м}$	$\eta_м$ — коэффициент полезного действия муфты
3	$N_4 = N_3 \eta_{р.к}$	$\eta_{р.к}$ — КПД раздаточной коробки
4	$T_i = 9556 \frac{N_i}{n_i}$	$T_i$ — крутящий момент на $i$ -ом валу; $N_i$ — мощность на $i$ -ом валу; $n_i$ — частота вращения $i$ -го вала
5	$n_4 = n_5 = n_6 = \frac{n_3}{u_{р.к}}$	$u_{р.к}$ — передаточное число раздаточной коробки на пониженной передаче
6	$\tau_{кр} = \frac{T_{кр} \cdot 10^3}{W_p} \leq [\tau_{кр}]$	$T_{кр} = T_3$ , Нм; $W_p$ — полярный момент сопротивления вала; $[\tau]$ — допускаемое напряжение материала вала на кручение
7	$W_p = \frac{\pi D_1^3}{16}$	—
8	$D_1 = \sqrt[3]{\frac{16 T_{кр} \cdot 10^3}{\pi [\tau_{кр}]}}$	—
9	$\sigma_{см} = \frac{T_{ш} \cdot 10^3}{S_{Fl}} \leq [\sigma_{см}]$	$T_{ш}$ — расчетный крутящий момент, передаваемый шлицевым соединением; $[\sigma_{см}]$ — допускаемое напряжение на смятие
10	$\sigma_{изн} = \frac{T_{ш} \cdot 10^3}{S_{Fl}} \leq [\sigma_{изн}]$	$S_F$ — удельный суммарный статический момент площади рабочих поверхностей соединения относительно оси вала; $l$ — рабочая длина шлицев; $[\sigma_{изн}]$ — допускаемое напряжение на износ
11	$T_{ш} = k T_3$	$k$ — коэффициент режима работы; $T_3$ — номинальный крутящий момент, передаваемый соединением при установившемся режиме работы
12	$W_p = \frac{\pi(D_2^4 - d_2^4)}{16 D_2}$	$D_2$ — наружный диаметр втулки; $d_2$ — расчетный внутренний диаметр втулки
13	$\tau_{кр} = \frac{T_{кр} \cdot 10^3}{W_p}$	—
14	$\tau_{кр} = \frac{T_{кр} \cdot 10^3}{W_p} \leq [\tau_{кр}]$	$T_{кр} = T_6$ — расчетный крутящий момент, передаваемый раздаточной коробкой перемены передач
15	$D_1 = \sqrt[3]{\frac{16 T_{кр} \cdot 10^3}{\pi [\tau_{кр}]}}$	—
16	$W_p = \frac{\pi(D_2^4 - d_2^4)}{16 D_2}$	Диаметр втулки принимаем равным наружному диаметру шлицев — $d_2$
17	$T_p = k T_1$	$T_1$ — крутящий момент, передаваемыйвилкой
18	$\tau_{ср} = \frac{4 F_{ср}}{\pi(d^2 - d'^2)} \leq [\tau_{ср}]$	$F_{ср}$ — сила среза; $d$ — наружный диаметр шейки крестовины; $d' = 10$ мм — диаметр отверстия полости для смазки в шейке крестовины; $[\tau_{ср}]$ — допускаемое напряжение среза материала крестовины
19	$F_{ср} = \frac{T_p \cdot 10^3}{n e}$	$n$ — количество шеек, передающих крутящий момент; $e$ — плечо максимального действия силы относительно осевой линии крестовины
20	$d = \sqrt{\frac{4 F_{ср}}{\pi [\tau_{ср}]}} + d'^2$	—
21	$\delta = 0,5 (d - d') \geq 5$ мм	—
22	$d = d' + 2\delta$	—

№ п/п	Формула	Примечания
23	$T_p = kT_5$	$T_5$ — крутящий момент на выходном валу раздаточной коробки, Нм.
24	$T_p = kT_4$	$T_4$ — крутящий момент на входном валу испытываемой раздаточной коробки; $k$ — коэффициент динамичности
25	$\tau_{cp} = \frac{4F_{cp}}{n\pi d_6^2} \leq [\tau_{cp}]$	$F_{cp}$ — сила среза; $n$ — количество болтов в соединении; $d_6$ — диаметр болта по внутреннему сечению резьбы. В рассчитываемом соединении применяются болты М12, мм
26	$F_{cp} = \frac{2 \cdot 10^3 T_p}{D_6}$	$D_6$ — диаметр расположения болтов
27	$T_p = kT_2$	$T_2$ — крутящий момент на выходном валу испытываемой раздаточной коробки

ГОСТ 1050—88. Определяем полярный момент сопротивления выбранной трубы по формуле 16 и напряжение кручения во втулке по формуле 13.

Третий этап — расчёт крестовин карданных валов.

Крестовина служит для передачи крутящего момента от вилки-фланца квилке карданной передачи на входе и от вилки квилке-фланцу карданной передачи на выходе. Ввиду незначительной разницы передаваемых крутящих моментов шарнирами на входе и на выходе карданного вала, с целью уменьшения номенклатуры изготавливаемых деталей, применяют на обоих концах вала одинаковые вилки и крестовины.

При расчёте крестовин первичного карданного вала в качестве материала изготовления крестовины выбираем сталь 35Л ГОСТ 977—88. Расчёт производим в соответствии с методикой [1].

В шейках крестовины передаваемый крутящий момент вызывает деформацию сдвига (среза) и деформацию смятия. Обычно сопротивление стали деформации сдвига ниже, чем среза. Поэтому, последней пренебрегают и шейки крестовины рассчитывают только на срез. Определяем расчётный крутящий момент по формуле 17. Из условия прочности на срез имеем формулу 18, откуда по формуле 19 находим силу на срез. Диаметр крестовины определяем по формуле 20. Для сохранения прочности шейки крестовины толщина стенки должна соответствовать условию по формуле 21, тогда диаметр шейки определяется по формуле 22.

Расчёт крестовин вторичного карданного вала также начинаем с выбора в качестве материала стали 35Л. Расчётный крутящий момент определяем по формуле 23.

Четвёртый этап — расчёт фланцевых соединений.

Фланцевое соединение (ГОСТ 20761—75) — один из наиболее распространённых типов жёстких муфт, разъёмных в плоскости, перпендикулярной оси вала.

В приводе модернизируемого стенда применяется несколько фланцевых соединений: на выходе первичного карданного вала — для соединения вилки с переходным фланцем, соединяемым с входным валом испытываемой раздаточной коробки; на входе вторичного карданного вала — для соединения вилки карданной передачи с переходным фланцем, соединяемым с выходным валом испытываемой раздаточной коробки; на выходе вторичного карданного вала — для соединения вилки с валом нагрузочного тормоза (см. рис. 1). Передача крутящего момента осуществляется силами трения, возникающими на стыке полумуфт от затяжки болтов и непосредственно болтами, которые работают на срез и смятие. Расчёт фланцевого соединения заключается в проверочном расчёте на прочность соединяющих болтов. Ввиду незначительной разницы передаваемых крутящих моментов на разных концах вторичного карданного вала, на обоих концах целесообразно применить одинаковые фланцевые соединения.

В болтах крутящий изгибающий момент вызывает деформацию сдвига (среза) по двум плоскостям и деформацию смятия. Ось рассчитывают только на срез.

При расчёте фланцевого соединения первичного карданного вала выбираем материал изготовления болтов — сталь 35. Производим расчёт болтов из условия прочности на срез по формуле 25. И силы среза  $F_{cp}$  по формуле 26.

Для фланцевых соединений вторичного карданного вала определяем расчётный крутящий момент по формуле 27. Материал изготовления болтов — также сталь 35. Расчёт болтов выполняем по тем же формулам 25 и 26.

#### Литература

1. Решетов Д.Н. Детали машин. Учебник для вузов. 4-е издание. — М.: Машиностроение, 1989 — 496 с.



## ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ТРУДОЁМКОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ САМОСВАЛЬНЫХ ПРИЦЕПОВ

РАДИН С.Ю., д-р техн. наук СЛИВИНСКИЙ Е.В.

Елецкий ГУ имени И.А. Бунина

(evgti\_sl@mail.ru)

*Описана перспективная конструкция устройства, предназначенного для снижения трудоёмкости при открывании и закрывании боковых откидных бортов кузовов самосвальных прицепов при их самосвальной выгрузке, приведены результаты расчётов по обоснованию эффективности её использования в практике.*

**Ключевые слова:** прицеп, кузов, упругий стержень, шлицы.

### Slivinsky E.V. TO REDUCE THE COMPLEXITY OF THE OPERATION DUMP TRAILERS

*The article describes the promising design of the device designed to reduce the complexity when opening and closing the side folding sides of the bodies of dump trailers during their dump unloading, and presents the results of calculations to justify the effectiveness of its use in practice.*

**Keyword:** the trailer body, the elastic rod, the slots.

Наиболее широко распространённый в настоящее время тракторный прицеп, как в нашей стране, так и за рубежом, это двухосная бортовая платформа универсального назначения с откидными бортами и самосвальным опрокидывающим устройством, позволяющим при необходимости выгружать содержимое кузова на любую из двух или трёх сторон. Например, отечественный самосвальный тракторный прицеп 2ПТС-4-793А (рис. 1). В средней части рамы шасси этого прицепа на специальном опорном кронштейне, установлен гидродоёмник, снабжённый шаровой опорой и гнездом для взаимодействия с самосвальным кузовом и опорным кронштейном в момент самосвальной выгрузки. Данный прицеп, как и его аналоги, обладает существенным недостатком: для того чтобы сыпучий груз был удалён из кузова необходимо распустить замки крепления одного из откидных бортов прицепа и вручную повернуть его на угол  $90^\circ$ , после чего подать давление рабочей жидкости в гидродоёмник, который и производит наклон кузова в заданную сторону; после выгрузки кузова, так же вручную, возвращают откидной борт в исходное положение, при этом прикладывают значительное усилие к последнему так как он имеет достаточно высокую собственную массу порядка 35—45 кг. То есть разгрузка получается излишне трудоёмкой и небезопасной, зачастую сопровождаясь травматизмом обслуживающего тракторный поезд персонала [1—3].

В рамках бюджетной НИР "Динамика, прочность и надёжность транспортных, сельскохозяйственных и строительно-дорожных машин, а также стандартного и нестандартного оборудования используемого в Чернозёмном регионе РФ" на кафедре ТПМА ЕГУ имени И.А. Бунина выполнен анализ многочислен-

ных литературных и патентных источников. Он позволил разработать перспективное техническое решение (RU2684205), позволяющее исключить производственный травматизм при открытии и закрытии откидных бортов кузовов самосвальных прицепов.

Общий вид самосвального прицепа сбоку и с торца показан на рис. 2. Прицеп состоит из рамы 1 с закреплённой на ней с помощью рессор 2 оси задних колёс 3. К раме с помощью поворотного круга 4 закреплена подкатная тележка 5 с дышлом 6 и рессорные комплекты 7 с колёсами 8. Рама с помощью опорных кронштейнов 9 связана с днищем кузова 10, снабжённого торцевыми неподвижными бортами 11 и боковыми откидными бортами 12, которые с помощью шарниров 13 соединены с днищем кузова. К днищу жёстко присоединены шлицевые втулки 14, в которых установлены стержни 15, также снабжённые шлицами. Стержни 15 имеют ограничительные кольца 16 и на своих концах снабжены рычагами 17. Боковые откидные борта зафиксированы относительно торцевых неподвижных бортов замками 18. Для опрокидывания кузова служит гидродоёмник 19.

Работает самосвальный прицеп следующим образом. При выгрузке все детали прицепа имеют положение, представленное на рисунке. Для опрокидывания распускают замки 18, например, с правой стороны прицепа по стрелке А, что позволяет вручную открыть боковой откидной борт 12 по стрелке В. Такое движение бокового откидного борта будет происходить совместно с рычагами 17 в этом же направлении и с некоторым сопротивлением, создаваемым стержнем 15, у которого жёсткость из-за наличия шлицев во втулке 14 будет возрастать, что подтверждается известной зависимостью [5]:  $K = GI_p/l d^2$ . (Здесь  $G$  — модуль упругости материала второго рода,  $J_p$  — момент инерции стержня,  $l$  — длина стержня,  $d$  — диаметр стержня.)

Увеличение силы сопротивления стержня 15 угловому его повороту позволит плавно открыть боковой откидной борт без его удержания руками обслуживающего персонала и исключит резкое его падение, которое имеет место при серийных конструкциях при-



Рис. 1. Общий вид тракторного самосвального прицепа 2ПТС-4-793А

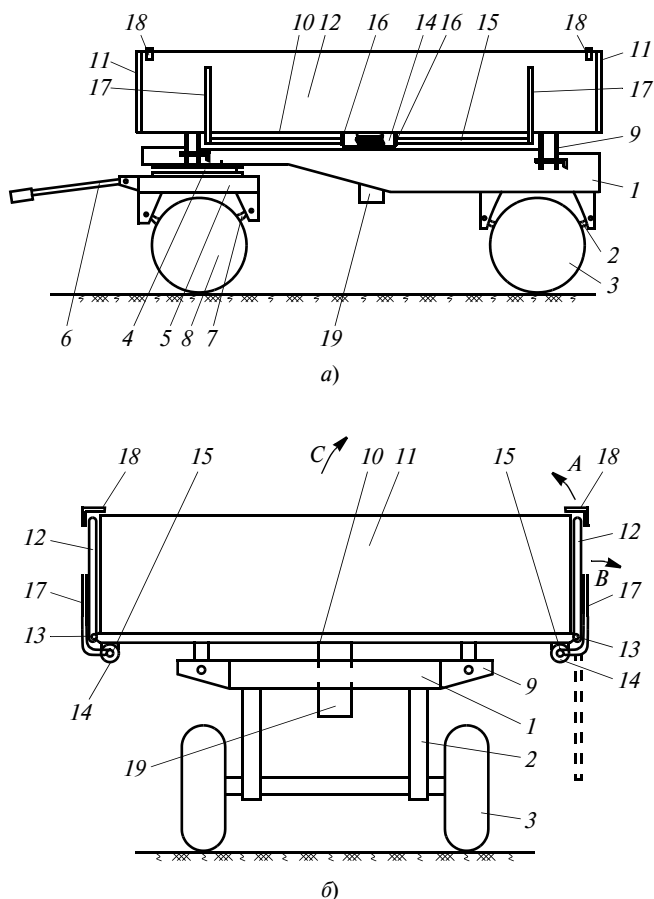


Рис. 2. Принципиальная схема прицепа по патенту RU2684205:  
а — вид сбоку, б — сзади

цепов. После того как боковой откидной борт займёт открытое положение, подают давление рабочей жидкости в гидроподъёмник и он, приподняв кузов по стрелке *C*, позволяет высыпать груз. Затем гидроподъёмник *19* реверсируют и кузов возвращается в исходное положение (см. рис. 2, б). После этого так же вручную, но с малым за счёт ранее упруго деформированного стержня приложением усилия, борт его поворачивают в направлении обратном стрелке *B* и фиксируют замками, которые, совместно с усилием создаваемым стержнем *15*, надёжно удерживают его в транспортном положении. Работа бокового откидного борта, расположенного слева происходит аналогичным образом.

Технико-экономическое преимущество предложенного технического решения в сравнении с известными

очевидно, так как наличие стержня *15* позволяет снизить трудоёмкость обслуживания самосвального прицепа и обеспечить безопасность проведения работ при его самосвальной выгрузке.

Рассмотрим возможность установки предложенного технического решения на автотракторном самосвальном прицепе 2ПТС-4-793А собственной массой 1,8 т и грузоподъёмностью 4,0 т, у которого длина бокового откидного борта  $l = 4080$  мм, его высота  $h = 530$  мм и собственная масса  $P = 52,0$  кг. При этом, момент, который необходимо приложить к нему при закрытии последнего составит  $T = Ph = 52 \cdot 530 = 27\,560$  кг·мм. Определим диаметр упругого стержня  $d$  устройства исходя из того, что  $T = 275\,600$  Н·мм по известной формуле:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2[\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{2756 \cdot 10^2}{0,2 \cdot 785}} = 12,06 \text{ мм,}$$

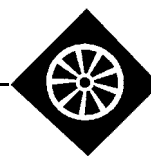
где,  $[\tau]$  — допускаемое касательное напряжение для Стали 60С2А, у которой предел прочности равен  $\sigma_B = 1465$  МПа [3]. Согласно сортамента на круглый прокат по ГОСТ 2590—88 и учитывая необходимость выполнения на упругом стержне в его средней части шлицев, окончательно назначим диаметр упругого стержня равным  $d = 25$  мм.

Разумеется, используемые на практике подобные самосвальные прицепы несколько различаются по своим характеристикам и конструктивным особенностям. Поэтому в каждом конкретном случае на различных моделях прицепов должны устанавливаться устройства, спроектированные с учётом их весовых характеристик и назначения. В то же время для подбора рациональной конструкции необходимы испытания широкого спектра натуральных образцов в эксплуатационных условиях. Только после этого можно окончательно обосновать оптимальные геометрические и кинематические параметры предложенного технического решения.

#### Литература

1. Закин Я.Х. Прикладная теория движения автопоезда. М.: Транспорт 1967. — 215 с.
2. Смирнов Г.А. Теория движения колёсных машин: Учеб. Для студентов машиностроит. спец. вузов. — 2-е изд., доп. и перераб. — М.: Машиностроение, 1990. — 352 с.
3. Шукин М.М. Сцепные устройства автомобилей и тягачей. М.-Л.: Машгиз, 1961. — 204 с.
4. Глушенко А.Д., Сливинский Е.В. Динамика и прочность транспортной системы для перевозки легковесных грузов. Ташкент: Фан, 1988. 116 с.
5. Ицкович Г.М. и др. Сборник задач и примеров расчёта по курсу деталей машин. М.: Машиностроение, 1974. — 283 с.





## НОВЫЙ СПОСОБ ОБКАТКИ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ\*

Инж. ЛАЗАРЕНКО А.Н.

На испытательной станции ЗИС закончены опыты по обкатке двигателей на препаратах коллоидального графита по способу автора. Испытание было проведено с исчерпывающей полнотой. Впервые в Советском Союзе применяли построение профилограмм качества поверхности трущихся деталей в различных стадиях их приработки. Для всех двигателей составляли диаграммы притирочного режима, строили внешние характеристики и проверяли в течение часа мощность, развиваемую двигателями при полном открытии дросселя.

Для испытания брали с конвейера два двигателя ЗИС-5, расположенные рядом. Один из них проходил нормальную сборку, а во втором двигателе трущиеся поверхности деталей поршневой группы перед сборкой покрывали препаратами коллоидального графита отечественного производства, затем двигатели поступали на испытательную станцию. Двигатели, не покрытые графитом, проходили обкатку и испытание по стандартному заводскому режиму. Для двигателей же, покрытых графитом, время обкатки сокращали на 20—25 % при том же режиме нагрузок. В итоге получены следующие результаты.

Качество поверхностных трущихся деталей поршневой группы графитизированных двигателей после

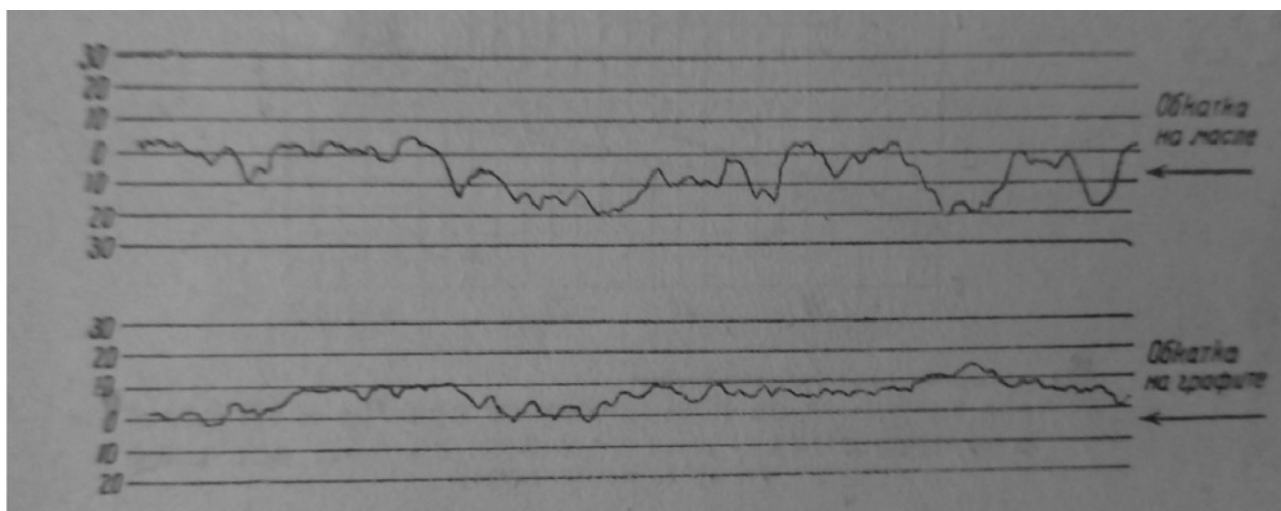
обкатки лучше, чем не графитизированных. Применение графита уменьшает возможность заедания поршней в цилиндрах. Так, из десяти испытанных двигателей заедание обнаружено у двух, не покрытых графитом, а все графитизированные двигатели прошли испытания без вынужденных остановок.

Два двигателя прошли дополнительную 30-часовую обкатку при полностью открытом дросселе. Средняя мощность в течение часа работы графитизированного двигателя была на 4,2 л. с. больше, чем не графитизированного.

Двигатель можно покрывать графитовыми препаратами на конвейере, и дополнительного оборудования для этой цели не требуется.

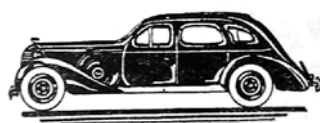
Испытание очень наглядно показано, что даже при существующем на ЗИС качестве обработки деталей поршневой группы применение коллоидального графита значительно улучшает трущиеся поверхности, уменьшает возможность заеданий и позволяет сократить время обкатки двигателей, что даст большой экономический эффект при режимах обкатки двигателей.

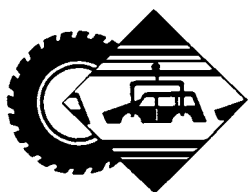
Количество автотракторных двигателей, выходящих из капитального ремонта, в несколько раз превышает выпуск новых машин. Качество обработки трущихся поверхностей поршневой группы на ремонтных предприятиях ниже, чем на ЗИС. Поэтому применение коллоидального графита при обкатке отремонтированных двигателей даёт ещё больший эффект.



Образцы профилограмм поверхности поршней ЗИС-5

\* Автотракторное дело, 1940, № 11—12.





УДК 621.791.12

## ПРИМЕНЕНИЕ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

ШВЕЁВ И.А.

Набережночелнинский институт (филиал) КФУ

*Показана возможность применения биметаллических сплавов в автомобильной промышленности и методы их получения и обработки. Предложены пути увеличения эксплуатационного периода работоспособности автотранспортного средства путём реновации изношенных биметаллических деталей. Представлен алгоритм выбора рационального способа восстановления деталей.*

**Ключевые слова:** биметаллических сплавы, дефектация, толкатель клапана, эксплуатация автомобиля, восстановление детали.

Shveyov I.A.

## APPLYING OF BIMETALLIC MATERIALS IN MECHANICAL ENGINEERING

*This article shows the possibility of using bimetallic alloys in the automotive industry and methods for their preparation and processing. Ways are proposed to increase the operational period of the vehicle's operability by renovating worn bimetallic parts. An algorithm for choosing a rational method for restoring parts is presented.*

**Keywords:** bimetallic alloys, defect, valve pusher, vehicle operation, part recovery.

На современном этапе развития автомобильной техники довольно часто отдельные металлы и сплавы не могут обеспечить всего комплекса свойств, обеспечивающих высокую прочность, коррозионную стойкость, теплопроводность, жаропрочность, износостойкость и др., необходимых для данной детали. Поэтому широкое применение нашли слоистые металлические композиции, изготавливаемые посредством соединения разнородных металлов в монолит, который сохраняет прочную связь составляющих при дальнейшей технологической обработке и в условиях эксплуатации [1, 5, 12]. К числу таких материалов относятся биметаллы — слоистые материалы, состоящие из двух или более металлов и сплавов. Пример такой биметаллической детали — толкатель клапана, показанный на рис. 1.

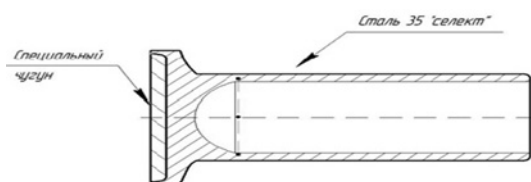


Рис. 1. Толкатель клапана автомобиля КамАЗ

При этом высокая техническая готовность и максимально длительная работоспособность автомобиля должны обеспечиваться на всех этапах его полного периода эксплуатации [2, 3, 6, 10]. Поэтому на стадии проектирования важно принять рациональное решение с учётом возможности и технологии восстановления изношенных биметаллических деталей автомобиля при его ремонтах.

Научно-технические проблемы увеличения эксплуатационного периода работы автомобиля можно решить с учётом реновации изношенных биметаллических деталей, а именно: разработать конструктивные дополнения в проектировочных решениях, учитывая последующее восстановление биметаллических деталей; разработать и внедрить новые методы восстановления работоспособности изношенных биметаллических деталей; разработать методики оценки ресурса деталей после восстановления; разработать метод оценки экономической эффективности от восстановления биметаллических деталей [4, 11].

Эффективность конструкторско-технологических решений определяется в ходе эксплуатационных испытаний автотехники. Положительные результаты модернизации деталей, узлов и агрегатов могут быть реализованы в серийном и ремонтном производствах. Таким образом, проведённые исследования доказывают необходимость восстановления биметаллических деталей автомобильной техники [1, 3, 6, 9], поскольку около 80 % деталей автомобилей имеют средний износ от 0,1...0,3 мм и лишь в отдельных случаях — более 0,5 мм. Потеря массы и изменение размеров у этих деталей очень невелики: потеря массы по сравнению с новыми деталями составляет 0,3...3,5 %, а изменение размеров — 1,2...8 % [1, 5, 10].

Расходы на материалы и получение заготовок при изготовлении деталей в машиностроительных предприятиях составляют 70...75 % от их стоимости, а при восстановлении, в зависимости от способа реновации, они находятся в пределах 1...12 % [10]. Процентное распределение отказов для автотранспортных средств на примере автобусов и грузовых автомобилей при пробеге 100 тыс. км приведено в таблице. Как видим, основными причинами отказов являются износ и усталостное разрушение деталей: 64 % для грузовых и 57 % для автобусов среднего класса [6, 7, 10].

Детали у поступающих в капитальный ремонт узлов и агрегатов автомобилей могут быть повторно использованы после восстановления. Они составляют 40...45 % от общего числа деталей (без учёта крепёжных), при этом стоимость восстановления ниже себестоимости их изготовления и составляет 10...60 %. За средний срок эксплуатации грузового автомобиля



Рис. 2. Алгоритм выбора рационального способа восстановления детали

(10...12 лет) расходы на техническое обслуживание и ремонт превышают основную стоимость в 5—7 раз [5, 10].

Многообразие методов восстановления деталей, каждый из которых имеет как свои положительные, так и отрицательные моменты, требует выработки алгоритма принятия решения о восстановлении детали тем или иным способом. Такой алгоритм представлен на рис. 2.

В процессе эксплуатации автомобиля, сопряжённые металлокомпозитные детали подвергаются не только износу, но и усталостному выкрашиванию, поэтому для восстановления данных зон сначала нужно удалить изношенную поверхность. Изношенный слой чугуна возможно снять несколькими способами: шлифованием, механическим резанием, дуговым и воздушно-дуговым резанием, плазменной резкой и др.

Шлифование представляет собой процесс резания металлов с помощью абразивного инструмента, режущим элементом которого являются зёрна. При обработке металлов резанием изделие получается в результате срезания с заготовки слоя припуска, который удаляется в виде стружки. Для этого необходимо и достаточно иметь одно взаимное перемещение детали и инструмента. При дуговой резке расплавленный металл удаляется из зоны резки механическим воздействием сварочной дуги и под действием силы тяжести. Этим методом можно резать низкоуглеродистые стали, легированные, цветные металлы и чугун. Резку электрической дугой производят металлическим и угольным электродами в среде защитных газов. Применяемые металлические электроды должны иметь специальное толстое покрытие, которое при сгорании

выделяет теплоту и кислород, что ускоряет процесс. Метод резки металлов электрической дугой имеет и некоторые недостатки такие, как: низкая производительность процесса, недостаточная чистота реза, науглероживание кромок при резке угольным электродом, натёки на нижней кромке, большой расход основного металла. Количество выплавленного металла зависит от количества тепла, подведённого электрической дугой, от теплоёмкости и теплопроводности металла.

Причина отказа	Распределение отказов, %	
	Грузовой автомобиль	Автобус
Износ	44	39
Пластическое деформирование и разрушение, в том числе: обрыв, срыв, разрыв, срез вытягивание, изгиб, смятие	28 23 8	30 21 12
Усталостные разрушения, в том числе: трещины поломки выкрашивание	20 15 7 1	18 8 10 1
Температурные разрушения, в том числе: перегорание, подгорание, замыкание прогорание	14 6 5	12 8 4
Закоксование	4	2
Прочие	6	8



Рис. 3. Поверхность износа толкателей после эксплуатации



Рис. 4. Восстановленный толкатель клапана

Воздушно-дуговым способом можно резать углеродистую, легированную, высоколегированную сталь, чугун, бронзу, латунь, алюминий и его сплавы.

Рассматривая многообразие методов восстановления деталей автомобильной техники, подверженных износу в процессе эксплуатации, наиболее перспективным как с экономической и экологической, так и технической точек зрения следует признать термопластическую технологию. Она включает высокотемпературный нагрев и пластическую деформацию сплава, обеспечивающую перемещение объёма металла из нерабочей зоны на поверхность износа [2, 8, 9]. Сложность в реализации этого метода объясняется необходимостью установления таких зон на детали. К достоинствам же такого метода относятся следующие: по физико-механическим свойствам восстановленная деталь будет близка к новой; формоизменение происходит в штампах достаточно простой конструкции на универсальном кузнечно-прессовом оборудовании с применением стандартных средств автоматизации и механизации; возможно получение требуемой

микроструктуры металла восстанавливаемой детали [4, 5, 7, 9, 10].

Восстановление ресурса таких деталей по сравнению с производством новых запасных частей даёт значительную экономию материальных и трудовых ресурсов, так как заготовкой является сама изношенная деталь (рис. 3, 4), сохраняющая, ещё значительный запас работоспособности.

В настоящее время необходимо применить воздушно-дуговую резку, которая позволит полностью удалить оставшийся наплавленный на торцевой поверхности (чугун) но при этом оставить 0,5 мм старой поверхности, защищая рабочую зону аргоном, как в процессе удаления старой поверхности, так и при наплавке нового спецчугуна. Этот новый способ обработки металлов объединяет два физических процесса: расплавление металла теплом электрической дуги и выдувание его струей сжатого воздуха. Окисление металла при этом происходит лишь как попутное явление, не влияющее на процесс резки.

#### Литература

1. Демкин М.Б. Качество поверхности и контакт деталей машин / М.Б. Демкин, Э.В. Рыжов — М.: Машиностроение, 1981. — 244 с.
2. Дальский А.М. Технологическое формирование показателей качества деталей машин / А.М. Дальский // Технологические основы обеспечения качества машин. — М.: Машиностроение, 1990. — С. 212—234.
3. Зинченко В.М. Инженерия поверхности зубчатых колёс методами химико-термической обработки / В.М. Зинченко. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. — 303 с.
4. Иванова В.С. Природа усталости металлов / В.С. Иванова, Е.Ф. Терентьев — М.: Metallurgizdat, 1976. — 312 с.
5. Инженерия поверхности деталей / Под ред. А.Г. Сулова — М.: Машиностроение, 2008. — 320 с.
6. Киричек А.В. Повышение контактной выносливости деталей машин гетерогенным деформационным упрочнением статико-импульсной обработкой / А.В. Киричек, Д.Л. Соловьев, С.В. Баринов // Справочник. Инженерный журнал. — 2008. — № 7. — С. 9—15.
7. Лахтин Ю.М. Химико-термическая обработка металлов / Ю.М. Лахтин, Б.Н. Арзамасов. — М.: Metallurgiya, 1969. — 212 с.
8. Оловяшников В.А. Структурные параметры и критерии оценки прочности и долговечности цементованных и нитроцементованных зубчатых колёс / В.А. Оловяшников, В.М. Зинченко, Б.В. Георгиевская, В.В. Кузнецов // Metallоведение и термическая обработка металлов — 1989. — № 8. — С. 42—45.
9. Тихонов А.К. Влияние технологического передела на прочность изделий / А.К. Тихонов // Metallургия машиностроения. — 2008. — № 3. — С. 34—40.
10. Чернышев Г.Д. Повышение надёжности изделий ЯМЗ и автомобилей КраЗ / Г.Д. Чернышев, А.А. Малышев, Н.С. Ханнин — М.: Машиностроение, 1977. — 288 с.
11. Shveyov A.I. High level forming of properties in steel products / A.I. Shveyov, V.I. Astashchenko, T.V. Shveyova, I.A. Shveyov // World Applied Sciences Journal. — 2013. — 24(9) — P. 1148—1150.
12. Schlosser W. Moderne Bremssysteme für Schienenfahrzeuge / W. Schlosser, S. Aurich // ZEV + DET Glasers Annalen. — 2001. — 8. — P. 273—277.





## ВЗАИМОСВЯЗЬ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ, СИЛОВЫХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ ПРИ РЕГУЛИРОВКЕ ПРЕДНАТЯГА ПОДШИПНИКОВ ДИФФЕРЕНЦИАЛА

Канд. техн. наук **БУЛАВИН И.А., САМОЙЛОВА А.С., ЧАН ВАН ЧЬЕН**

Московский политехнический университет (МАМИ)  
(bulavin-mami@yandex.ru)

*Рассмотрена конструкция подшипниковых узлов дифференциалов различных автомобилей, приводится анализ технических требований на регулировку преднатяга подшипников, выделяются четыре наиболее часто применяемые способа регулировки преднатяга. Выделяется способ регулировки преднатяга по деформации гнезд подшипников. Приводится формула для расчёта требуемой силы преднатяга исходя из нераскрытия стыка в разгружаемом подшипнике. Приведена технологическая оснастка для реализации этого метода.*

**Ключевые слова:** подшипник, преднатяг, жёсткость, редуктор, дифференциал, регулировка, деформация, способы создания преднатяга.

### Bulavin I.A., Samoilova A.S., Chan van Chien RELATIONSHIP OF CONSTRUCTION PARAMETERS, POWER AND DEFORMATION FACTORS WHEN ADJUSTING THE DIFFERENTIAL BEARINGS OF THE DIFFERENTIAL

*This article discusses the design of bearing assemblies for differentials of various vehicles, analyzes the technical requirements for adjusting the preload of bearings, and identifies the four most commonly used methods for adjusting the preload. The method of adjusting the preload according to the deformation of the bearing sockets is highlighted. A formula is given for calculating the required preload force based on the non-opening of the joint in the unloaded bearing. The technological equipment for implementing this method is given.*

**Keywords:** bearing, preload, stiffness, reducer, differential, adjustment, deformation, ways to create preload.

Заключительная операция сборки редуктора — создание и регулировка преднатяга подшипников дифференциала — одна из наиболее трудоёмких и ответственных операций, определяющих качество сборки и эксплуатационную надёжность главной передачи ведущего моста. Именно на этом этапе сборки достигаются требуемые параметры зацепления. Но именно этот этап очень плохо поддаётся автоматизации и требует высокой квалификации сборщика.

Конструкция дифференциала показана на рис. 1, а конструктивная схема узла ведомой конической шестерни в сборе с дифференциалом и подшипниками в картере редуктора — на рис. 2. Здесь приведены основные элементы геометрии, силовые факторы и параметры регулировки преднатяга подшипников.

Внутренние кольца подшипников 3 напрессованы на шейки чашек дифференциала 2. На левой чашке дифференциала закреплена ведомая шестерня 5. Подсобранный таким образом узел ведомой шестерни вместе с наружными кольцами подшипников 3 и резьбовыми регулировочными кольцами 4 устанавливает-

ся в гнезда картера 7 редуктора, расточенные в сборе с крышкой 1. При установке дифференциала 2 в сборе с ведомой шестерней 5 в большинстве конструкций редукторов крышки 1 необходимо снимать предварительно выполнив маркировку по их расположению на картере 7. С помощью резьбовых регулировочных колец 4 (рис. 3) и достигаются требуемые параметры зацепления (боковой зазор и пятно контакта) в главной передаче, а также создается и регулируется преднатяг подшипников дифференциала.

Анализ параметров регулировки преднатяга подшипников дифференциалов в редукторах различных автомобилей представлен в таблицах 1 и 2. Регулировку преднатяга задают в технических условиях на сборку и выполняют в основном по четырем различным параметрам: углу поворота  $\varphi$  корончатого регулировочного резьбового кольца (например, на два паза от положения "нулевого" осевого люфта, рис. 4); моменту



Рис. 1. Конструкция дифференциала в чашке в сборе с подшипниками и ведомой цилиндрической косозубой шестерней

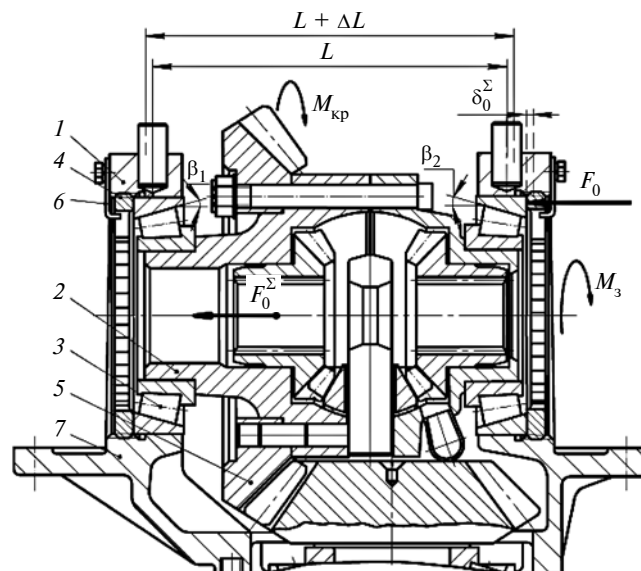
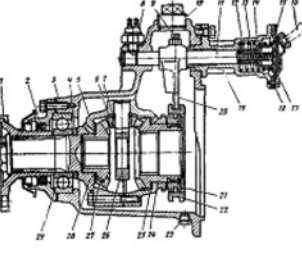
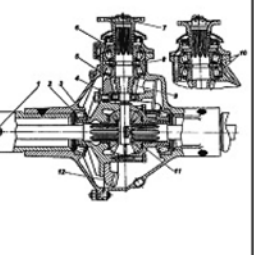
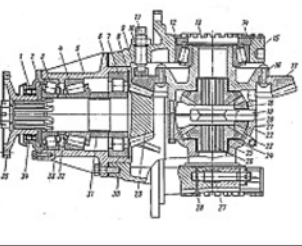
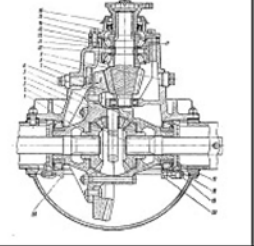
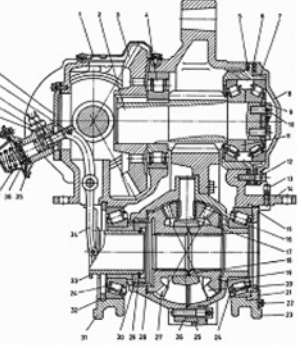
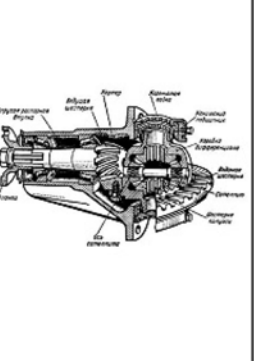
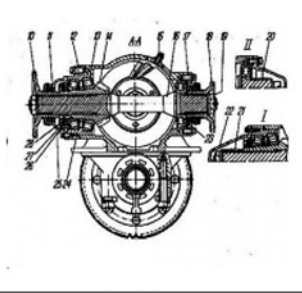
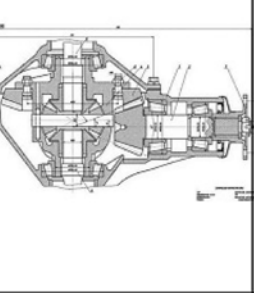
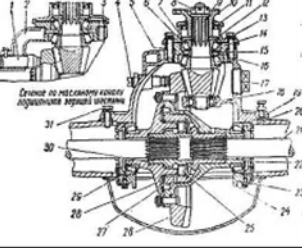
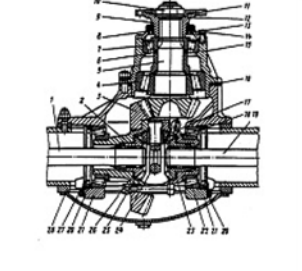


Рис. 2. Конструктивная схема дифференциала редуктора в сборе с ведомой шестерней и подшипниками:

1 — крышка, 2 — чашка дифференциала, 3 — конический подшипник, 4 — резьбовое корончатое регулировочное кольцо, 5 — ведомая шестерня, 6 — стопорный элемент регулировочного кольца, 7 — картер редуктора

Тип автомобиля	Параметры регулировки преднатяга подшипников в различных редукторах	Тип автомобиля	Параметры регулировки преднатяга подшипников в различных редукторах
1. КамАЗ	 <p>По деформации гнезд <math>\Delta L=0,1..0,2</math> мм</p>	7. УАЗ	 <p>По деформации гнезд <math>\Delta L=0,2</math> мм.</p>
2. БелАЗ	 <p>Регулировочные гайки затянуть до отказа при помощи ключа (кл.= 500 мм), затем отвернуть до совпадения длинной прорези со стопорными пластинами. Отсутствие осевого люфта.</p>	8. ЗИЛ-133	 <p>По деформации гнезд <math>\Delta L=0,1..0,2</math> мм.</p>
3. КрАЗ	 <p>Момент затяжки гаек крышек не менее 250 Нм. <math>\Delta L=0,15..0,25</math> мм.</p>	9. ВАЗ-2107	 <p>По деформации гнезд <math>\Delta L=0,1..0,15</math> мм.</p>
4. Урал 375	 <p>Момент затяжки гаек крышек не менее 250 Нм. <math>\Delta L=0,15..0,25</math> мм.</p>	10. Волга-3110	 <p>По приращению момента на ведущей шестерне - до 6 Нм.</p>
5. ГАЗ-66	 <p>Подшипники дифференциала не должны иметь предварительной затяжки и осевого перемещения.</p>		
6. МАЗ	 <p>Мом дифр = 2...3 Нм (при снятой ведущей шестерне).</p>		

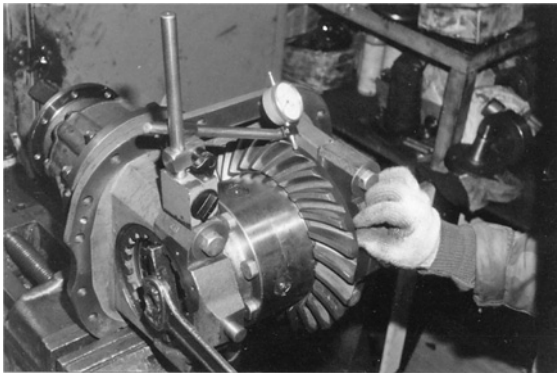


Рис. 3. Регулировка параметров зацепления и преднатяга подшипников дифференциала в редукторе ведущего моста автомобиля

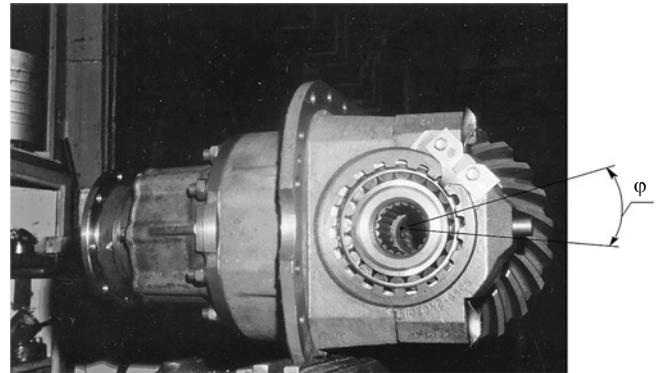


Рис. 4. Гнездо подшипника дифференциала в сборе с резьбовым корончатый регулировочным кольцом и стопором

затяжки  $M_3$  этого резьбового регулировочного кольца (например, в диапазоне 50...150 Н·м); моменту проворота  $M_{пр}$  дифференциала в подшипниках при снятой ведущей шестерне или по приращению момента на ведущей шестерне при регулировке подшипников ведомой шестерни (например, в диапазоне 1...4 Н·м); деформации гнезд  $\Delta L$  под подшипники (в пределах 0,1...0,3 мм).

Как видно из таблиц, регулировка преднатяга по четвёртому параметру является наиболее распространённым методом создания и контроля осевого сжатия подшипников. Кроме того, характерной особенностью для всех представленных способов регулировки является последующее, после регулировки, стопорение пластинами до совпадения ближайшей прорези паза. При этом корончатое регулировочное кольцо доворачивают на дотяг.

Все перечисленные параметры регулировки преднатяга подшипников дифференциала — косвенные. Главный же параметр преднатяга — силу осевого сжа-

тия подшипников, которая и определяет требуемую жёсткость узла, — в производственных условиях проконтролировать невозможно. Отличаются эти параметры степенью косвенности и доступностью их контроля в цеховых условиях.

На кафедре "Технологии и оборудование машиностроения" Московского политехнического университета разработана методика определения требуемой силы преднатяга для подшипников ведомой шестерни редукторов и установлена взаимосвязь косвенных параметров преднатяга подшипников, конструктивных особенностей редуктора и силовых факторов возникающих в процессе эксплуатации. Для этого на основе конструктивной схемы (см. рис. 2) разработана упрощённая схема создания и регулировки преднатяга подшипников дифференциала (рис. 5). На этой схеме конические роликоподшипники представлены в виде конических пружин, а резьбовые регулировочные кольца показаны в виде винтовых пар, которые и создают осевое сжатие на пружины. Так же показаны си-

Таблица 2

№	Тип автомобиля	Параметры регулировки преднатяга подшипников дифференциалов в редукторах ведущих мостов автомобилей.
1.	КамАЗ	По деформации гнезд $\Delta L = 0,1 \dots 0,2$ мм
2.	БелАЗ	Регулировочные гайки затянуть до отказа при помощи ключа ( $l_{кл} = 500$ мм), затем отвернуть до совпадения ближайшей прорези со стопорными пластинами. Отсутствия осевого люфта
3.	КрАЗ	Момент затяжки гайки $M_{з,г} = 300 \dots 360$ нм. Осевое перемещение подшипников дифференциала предотвращают опорные кольца
4.	"Урал-375"	Момент затяжки гаек крышек не менее 250 нм. $\Delta L = 0,15 \dots 0,25$ мм
5.	ГАЗ-66	Подшипники дифференциала не должны иметь предварительной затяжки и осевого перемещения
6.	МАЗ	$M_{тр\ дифф} = 0,2 \div 0,3$ кгм (при снятой ведущей шестерни)
7.	УАЗ	По деформации гнезд $\Delta L = 0,2$ мм
8.	ЗИЛ-133	Для получения правильного преднатяга конических подшипников дифференциала регулировочные гайки с обеих сторон затягивают на два паза от положения нулевого осевого люфта
9.	ЗИЛ-4104	По деформации гнезд $\Delta L = 0,16 \dots 0,22$ мм
10.	ВАЗ-2107	По деформации гнезд — 0,1...0,15 мм
11.	ГАЗ-3110	По приращению момента на ведущей шестерни — до 6 нм
12.	ГАЗ-3203	По деформации гнезд подшипников — 0,15...0,20 мм
13.	ЛиАЗ-5256	По деформации гнезд подшипников — 0,15 <sub>-0,01</sub>
14.	Редуктор RABA	Момент затяжки установочных обойм (резьбовых колец) дифференциала — 150 Н·м (15 кг·м)

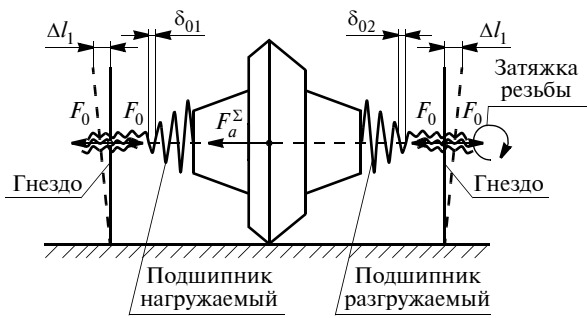


Рис. 5. Упрощенная схема создания и регулировки преднатяга подшипников дифференциала:

$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$  — суммарная деформация гнёзд подшипников дифференциала при создании преднатяга,  $\delta_0^\Sigma = \delta_{01} + \delta_{02}$  — суммарная деформация в подшипниках при создании преднатяга

лы преднатяга подшипников и суммарная осевая сила действующая на нагружаемый подшипник от ведомой шестерни в процессе эксплуатации.

Величина преднатяга (осевого сжатия  $F_0$ ) подшипников дифференциала должна быть выбрана из условия *нераскрытия* стыка в разгружаемом подшипнике с учётом осевой податливости самих регулируемых подшипников, податливости гнёзд в картере редуктора и суммарной осевой силы, действующей на нагружаемый подшипник. Основное влияние на податливость конических подшипников оказывают углы конуса наружных колец  $\beta_1$  и  $\beta_2$ . Полученная аналитическая зависимость основана на графической взаимосвязи осевых упругих деформаций и осевой силы представленной на рис. 6, а постоянные коэффициенты  $C_1$  и  $C_2$ ,  $K_1$  и  $K_2$  определены экспериментально.

Используя графо-аналитический метод и диаграмму получили аналитическое выражение для определения требуемой силы преднатяга в подшипниковых узлах дифференциала с учётом выше перечисленных геометрических параметров и параметров осевой жёсткости подшипников, и гнёзд под подшипники дифференциала. Полученное выражение показывает, что чем больше осевая податливость  $C_1$  нагружаемого подшипника и  $K_1$  нагружаемого гнезда подшипника, тем больше требуемая сила преднатяга:

$$F_0 = F_a^\Sigma \left( \frac{\frac{C_1}{\sin^{1,8}\beta_1} + K_1}{\frac{C_1}{\sin^{1,8}\beta_1} + \frac{C_2}{\sin^{1,8}\beta_2} + K_1 + K_2} \right)^{1/m}$$

Здесь  $F_0$  — требуемая сила преднатяга подшипников дифференциала;  $F_a^\Sigma$  — суммарная осевая нагрузка на нагружаемый подшипник;  $C_1$  и  $C_2$  — постоянные коэффициенты осевой податливости подшипников, зависящие от числа, длины и диаметра роликов, определяемые по эмпирической зависимости  $C_{1(2)} = Z^{-0,44} \cdot l_p^{-0,28} \cdot d_p^{-0,18}$ ;  $K_1$  и  $K_2$  — постоянные коэффициенты осевой податливости гнёзд под подшипники, зависящие от конструкции картера редуктора;  $m$  — показатель степени, характеризующий нелинейный ( $m = 0,6...0,8$ ) или линейный ( $m = 1$ ) вид кривой осевой податливости подшипника и гнезда;

$\beta_1$  и  $\beta_2$  — углы конуса наружных колец соответственно нагружаемого и разгружаемого подшипника;  $Z$  — число роликов в подшипнике;  $l_p$  — длина роликов в подшипнике;  $d_p$  — диаметр роликов в подшипнике.

В подшипниковом узле с преднатягом, под действием результирующей осевой силы от зацепления  $F_a$ , разгружается один из подшипников дифференциала и догружается второй подшипник дифференциала. Если преднатяг подшипников в таком узле отсутствует, то в разгружаемом подшипнике появляется недопустимый зазор, который будет являться причиной шума, вибраций, и, в конечном счёте, понизит как долговечность самих подшипников, так и работоспособность редуктора в целом. Для устранения возможности появления такого зазора и создаётся преднатяг подшипников дифференциала.

Представим силовое замыкание и деформации при создании преднатяга подшипников дифференциала с помощью резьбовых регулировочных колец в виде схемы-модели (рис. 5), где регулируемые подшипник, узла дифференциала и ведомой шестерни редуктора,

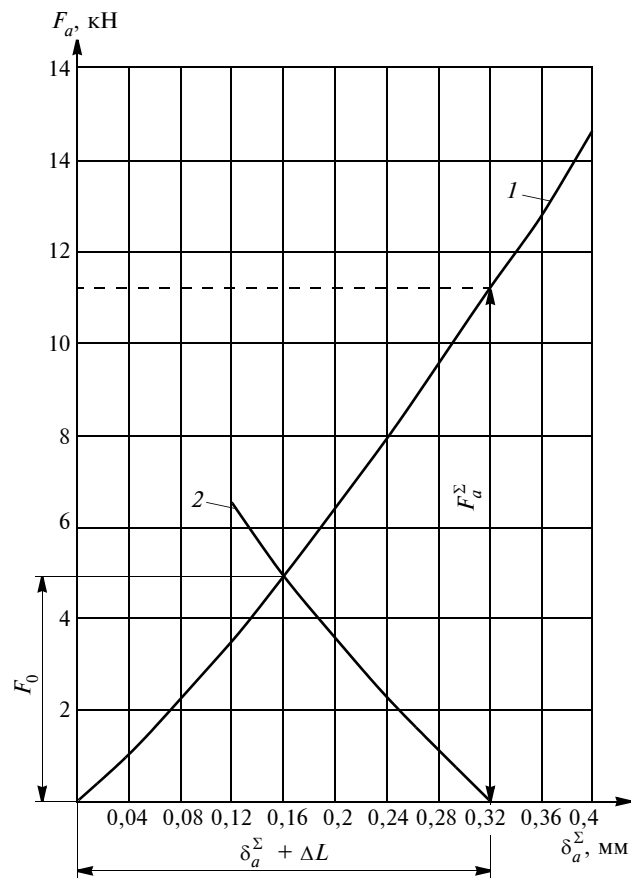


Рис. 6. Взаимосвязь суммарной осевой податливости гнезда с осевой деформации в самих подшипником при сборке дифференциалов:

1 — нагружаемый подшипник ( $\beta_1$ ), 2 — разгружаемый подшипник ( $\beta_2$ ),  $F_0$  — сила преднатяга,  $\beta_1$  — угол конуса (наклон поверхности качения) наружного кольца нагружаемого подшипника,  $\beta_2$  — угол конуса (наклон поверхности качения) наружного кольца разгружаемого кольца,  $F_a^\Sigma$  — суммарная осевая сила в главной передаче, возникающая в процессе эксплуатации редуктора и действующая на нагружаемый подшипник,  $\delta_0^\Sigma$  — суммарная осевая податливость подшипников дифференциала,  $\Delta L$  — осевая податливость гнёзд в картере редуктора

изображены в виде упругих элементов. На представленной схеме,  $\delta_{o1}$  и  $\delta_{o2}$  — величины осевых упругих смещений 1-го (догружаемого) и 2-го (разгружаемого) подшипников под действием силы преднатяга  $F_o$ ,  $\Delta L_{o1}$  и  $\Delta L_{o2}$  — величины упругих деформаций 1-го (догружаемого) и 2-го (разгружаемого) бугелей картера под действием силы преднатяга  $F_o$ .

В подшипниковом узле с преднатягом под действием части результирующей осевой силы от зацепления, которая будет равна разности результирующей осевой силы от зацепления и силы преднатяга ( $F_a - F_o$ ), в догружаемом подшипнике возникает дополнительная деформация  $\delta_{a1} = \delta_{a1\Sigma} - \delta_{o1}$ , где  $\delta_{a1\Sigma}$  — суммарная величина осевого упругого смещения в догружаемом подшипнике;  $\delta_{o1}$  — величина осевого упругого смещения в догружаемом подшипнике от действия силы преднатяга  $F_o$ . При этом деформация  $\delta_{o2}$  от силы преднатяга  $F_o$  в разгружаемом подшипнике уменьшается на величину  $\delta_{a2}$ , равную  $\delta_{a1}$ .

При определении силы преднатяга подшипников дифференциала, необходимо также учитывать деформацию картера дифференциала. Одновременно, с дополнительной деформацией в догружаемом подшипнике от действия части результирующей осевой силы от зацепления, равной разности ( $F_a - F_o$ ), происходит дополнительная деформация бугеля картера  $\Delta L_{a1}$ , в котором установлен догружаемый подшипник:  $\Delta L_{a1} = \Delta L_{a1\Sigma} - \Delta L_{o1}$ , где  $\Delta L_{a1\Sigma}$  — суммарная величина осевой деформации бугеля, в котором установлен догружаемый подшипник;  $\Delta L_{o1}$  — величина осевой деформации бугеля, в котором установлен догружаемый подшипник, от действия силы преднатяга  $F_o$ . При этом деформация бугеля, в котором установлен разгружаемый подшипник, уменьшается на величину  $\Delta L_{a2}$ , равную  $\Delta L_{a1}$ .

Если сумма дополнительных деформаций ( $\delta_{a1} + \Delta L_{a1}$ ) догружаемого подшипника и бугеля превышает сумму деформаций ( $\delta_{o2} + \Delta L_{o2}$ ) от силы преднатяга в разгружаемом подшипнике и бугеле, то в разгружаемом подшипнике появится недопустимый зазор  $S$ .

Исходя из выше изложенного, необходимо создать такую величину силы преднатяга  $F_o$  в дуплексе подшипников дифференциала, при которой сумма дополнительного осевого упругого смещения колец в догружаемом подшипнике  $\delta_{a1}$  и дополнительной деформации догружаемого бугеля  $\Delta L_{a1}$  от действия результирующей осевой силы от зацепления  $F_a$  не будет превышать суммы осевого упругого смещения колец в разгружаемом подшипнике  $\delta_{o2}$  и деформации разгружаемого бугеля  $\Delta L_{o2}$  от действия силы преднатяга  $F_o$ . Тогда, появление зазора  $S$  в разгружаемом подшипнике будет исключено, т.е. необходимо выполнение следующего условия:  $\delta_{o2} + \Delta L_{o2} \geq \delta_{a1} + \Delta L_{a1}$ . Полученное выражение будем называть условием нераскрытия стыка.

Представим осевое упругое смещение колец в коническом подшипнике от осевой силы как нелинейную степенную функцию вида:  $\delta_{ai} = C_i F_a^m$ , где  $C_i$  и  $m$  — постоянные коэффициент и показатель степени, зависящие от геометрии и материала подшипника;  $F_a$  — осевая сила, действующая на подшипник.

На основании многолетних теоретических и экспериментальных исследований деформации различных картеров дифференциала от осевой нагрузки в подшипниках дифференциала, проведенных на кафедре, можно сделать вывод о линейности функциональной взаимосвязи деформации гнезд картера редуктора и осевой нагрузки в подшипниках дифференциала. Представим эту взаимосвязь уравнением:  $\Delta L_{ai} = K_i F_a$ , где  $\Delta L_{ai}$  — деформации картера редуктора;  $K_i$  — постоянный коэффициент, зависящий от геометрии и материала картера редуктора;  $F_a$  — осевая сила, действующая на подшипник.

Подставляя выражения и, с учётом уравнений и, в условие не раскрытия стыка, имеем:

$$C_2 F_o^m + K_2 F_o \geq C_1 (F_a^m - F_o^m) + K_1 (F_a - F_o),$$

где  $C_1$  и  $C_2$  — постоянные коэффициенты соответственно догружаемого и разгружаемого подшипников;  $K_1$  и  $K_2$  — постоянные коэффициенты соответственно догружаемого и разгружаемого бугелей.

Будем решать неравенство относительно силы преднатяга  $F_o$ :

$$(C_1 + C_2) F_o^m + (K_1 + K_2) F_o \geq C_1 F_a^m + K_1 F_a.$$

Пренебрегая степенью  $m \approx 1$ , имеем:

$$(C_1 + C_2 + K_1 + K_2) F_o \geq (C_1 + K_1) F_a.$$

Откуда находим силу преднатяга  $F_o$ :

$$F_o \geq F_a \frac{C_1 + K_1}{C_1 + C_2 + K_1 + K_2}.$$

Согласно неравенству, определив предварительно максимальную результирующую осевую силу от зацепления  $F_{a\max}$ , минимально-допустимое значение силы преднатяга, при котором будет обеспечено условие нераскрытия стыка, определяется, в соответствии с графиком, представленном на рис. 6, по формуле:

$$F_{o\min} = F_{a\max} \frac{C_1 + K_1}{C_1 + C_2 + K_1 + K_2}.$$

Полученное выражение позволяет определить минимальное предельно-допустимое значение силы преднатяга в подшипниках дифференциала при сборке редуктора ведущего моста автомобиля.

Максимальное предельно-допустимое значение силы преднатяга подшипников дифференциала определяется из условия возможности установки редуктора главной передачи с отрегулированными подшипниками дифференциала на ведущий мост автомобиля.

В нижней части бугельных крышек (см. рис. 1) запрессованы штифты. При установке редуктора на ведущий мост, штифты должны беспрепятственно войти в отверстия, расположенные в бобышках ведущего моста. Другими словами, такая установка должна представлять собой соединение с гарантированными диаметральными зазорами между штифтами и отверстиями в бобышках ведущего моста.

Анализ конструкции редукторов различных автомобилей и выше выявленное условие позволили определить диапазон углов наружных колец подшипников  $\beta_{1,2} = 11...30^\circ$  дифференциалов. В результате анали-

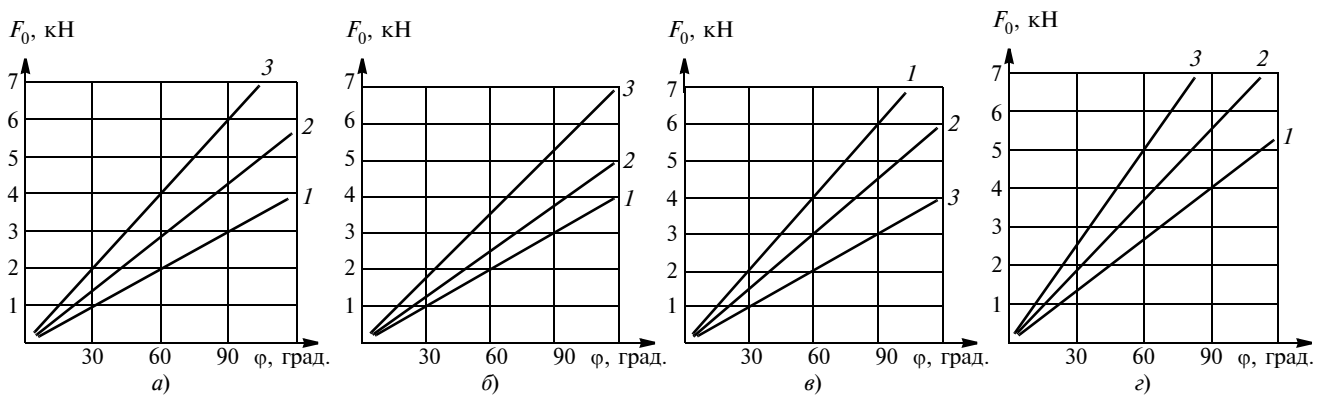


Рис. 7. Взаимосвязь силы преднатяга в подшипниках дифференциала редукторов и параметров контроля при различных способах регулировки:  
 а — регулировка по углу поворота корончатого резьбового кольца с различным шагом резьбы (1, 2, 3); б — регулировка по моменту затяжки корончатого резьбового кольца с различным шагом и диаметром резьбы (1, 2, 3); в — регулировка по моменту проворота в подшипниках с различным углом конуса наружного кольца (1, 2, 3); г — регулировка по деформации для гнёзд подшипников с различной жёсткостью (1, 2, 3)

тических исследований и анализа технических требований к редукторам в эксплуатации установлен примерный диапазон суммарной осевой силы, с учётом реакции в опорах от окружных и радиальных сил в зацеплении главных передач легковых и грузовых автомобилей, действующий на нагружаемый подшипник  $F_a^{\Sigma} = 5000...50\,000\text{ Н}$ .

В результате аналитических расчётов по приведённой выше зависимости составлена табл. 3 для выбора силы преднатяга в зависимости от углов конуса  $\beta_1$  и

$\beta_2$ , применяемых подшипников и суммарной осевой силы  $F_a^{\Sigma}$  на нагружаемый подшипник. Здесь диапазон сил  $F_a^{\Sigma} = 5000...10\,000\text{ Н}$  позволяет определить силу преднатяга подшипников дифференциала в редукторах легковых автомобилей,  $F_a^{\Sigma} = 10\,000...30\,000\text{ Н}$  — силу преднатяга в редукторах автомобилей средней грузоподъёмности, а  $F_a^{\Sigma} = 30\,000...50\,000\text{ Н}$  — в редукторах автомобилей повышенной грузоподъёмности. Из таблицы следует, что с увеличением угла  $\beta_1$  нагружаемого подшипника требуемая сила преднатяга уменьшается, а с увеличением угла разгружаемого подшипника  $\beta_2$  требуемая сила преднатяга увеличивается.

В подшипниковых узлах дифференциалов наиболее часто применяются подшипники с равными углами  $\beta_1 = \beta_2 = 15^\circ$ , для которых диапазон сил преднатяга составляет примерно  $2000...5000\text{ Н}$  для легковых автомобилей. Для грузовых автомобилей  $F_0 = 5000...7000\text{ Н}$ .

Анализ полученных результатов показывает: чем больше жёсткость нагружаемого подшипника ( $\beta_1$ ) и чем больше осевая податливость разгружаемого подшипника ( $\beta_2$ ), тем меньше минимальное предельно допустимое значение силы преднатяга ( $F_0$ ) может быть принято для данного редуктора.

Для установления взаимосвязи параметров регулировки преднатяга (табл. 1) подшипников дифференциалов были проведены экспериментальные и аналитические исследования, результаты которых показаны на графиках (рис. 7).

Из графика, приведённого на рис. 7, а видим, что с увеличением шага резьбы регулировочного кольца сила преднатяга уменьшается. Регулировка с различным диаметром резьбы (рис. 7, б) приводит к тому, что при меньших диаметрах сила преднатяга увеличивается. С увеличением угла конуса наружного кольца подшипника (рис. 7, в) сила преднатяга также увеличивается, как и при регулировке преднатяга по деформации гнёзд с увеличением жесткости (рис. 7, г). Из последнего графика видно, что для создания преднатяга в  $4000...6000\text{ Н}$  необходимо обеспечить и зафиксировать линейную деформацию в  $0,2\text{ мм}$ , что в производственных условиях вполне достижимо с помощью универсальных измерительных средств контроля. При регулировке по данному способу исключается вероятность

Таблица 3

$F_{a_{\max}}$ , кг	$\beta_2$ град	$\beta_1$ град			
		11°	15°	20°	30°
500	11°	250	220	202	187
	15°	279	250	231	215
	20°	298	268	250	234
	30°	312	284	266	250
1000	11°	500	440	405	375
	15°	558	500	462	431
	20°	594	536	500	468
	30°	625	569	532	500
2000	11°	1000	880	810	750
	15°	1116	1000	924	862
	20°	1188	1074	1000	936
	30°	1250	1138	1064	1000
3000	11°	1500	1320	1215	1125
	15°	1674	1500	1386	1293
	20°	1782	1611	1500	1404
	30°	1875	1707	1596	1500
4000	11°	2000	1760	1620	1500
	15°	2232	2000	1848	1724
	20°	2376	2148	2000	1872
	30°	2500	2276	2128	2000
5000	11°	2500	2200	2025	1875
	15°	2790	2500	2310	2155
	20°	2970	2685	2500	2340
	30°	3125	2845	2660	2500



Рис. 8. Технологическая оснастка для регулировки преднатяга подшипников дифференциала редуктора ведущего моста в реальном производстве

создания "фальш-преднатяга", а специальная контрольно-технологическая оснастка, которая применяется в ОАО "КААЗ", позволят с точностью до 0,01 мм определять деформацию гнёзд при регулировке преднатяга.

На основе данной модели разработана промышленная технологическая оснастка в виде контрольной скобы для регулировки преднатяга подшипников дифференциала редуктора ведущего моста, показанная на

рис. 8. На этой оснастке предусмотрена специальная эксцентриковая струбцина для закрепления скобы на одном гнезде подшипника, которое используется в качестве измерительной базы, а на противоположной части скобы установлен индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм. Ножка индикатора через равноплечий рычаг контактирует с плоской поверхностью на втором гнезде второго подшипника. При вращении резьбовых регулировочных колец происходит сжатие подшипников и возникает деформация гнёзд — *разжим*, который и фиксируется индикатором. Обязательное условие в процессе регулировки — вращение подшипников поочередно в обе стороны.

Анализ проведённых исследований технических условий на сборку и взаимосвязи факторов регулировки преднатяга подшипников показывает, что в большинстве случаев важнейший параметр качества сборки редукторов — преднатяг подшипников дифференциалов в конструкторской документации задаётся условно, ориентировочно, без каких-либо аналитических или экспериментальных обоснований. Взаимосвязь факторов регулировки в каждом конкретном случае не изучена или изучена недостаточно, в технологических процессах сборки редукторов имеет место слабая технологическая оснащённость, а требуемая точность регулировки преднатяга подшипников достигается только за счёт опыта и интуиции сборщика.



## Из истории отечественного автомобилестроения



### ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАПИЛЬНИКОВ\*

Инж. ГОЛГЕР Т.П.  
ЗИС

На автозаводе им. Сталина принят химический способ восстановления напильников.

Все отработанные напильники перед восстановлением рассортировывают по профилям и тщательно осматривают. Напильники поломанные, имеющие трещины или с выкрошенными зубьями, восстановительному процессу не подвергают.

**Подготовка.** Напильники, разобранные по профилям, загружают внавалку в ванну. После укладки туда же наливают техническую соляную кислоту до полного покрытия напильников. В соляной кислоте зубья

напильников очищаются от различных загрязнений. Через 20—30 мин. после заливки (в зависимости от загрязнённости напильников и крепости кислоты) кислоту из ванны сливают и промывают напильники проточной водой. Тот же раствор кислоты может быть использован до 4—5 раз.

Промытые напильники укладывают в ванну, наполненную 10 % раствором едкого натрия или едкого калия, после чего раствор нагревают до кипения. Через час обезжиренные напильники переносят в ванну с проточной водой. Раствор каустической соды служит долгое время. При непрерывной работе раствор следует менять через 7—10 дней.

Обезжиренные и промытые напильники прочищают на круглых железных щётках при малом числе оборотов. Окончательно очищенные напильники укладывают в ванну с водой.

**Восстановление.** Подготовленные напильники восстанавливают (заостряют) в ванне, соблюдая следующую

\* Среднее машиностроение, 1941, № 6.

шие правила: плоские напильники укладывают только в один ряд ребром на дно ванны, полукруглые и трёхгранные напильники укладывают также на ребро, но для устойчивости сильно прижимают острием пятки к деревянной рамке. Круглые, квадратные и небольшого размера трёхгранные напильники укладывают на прокладке.

Уложенные напильники заливают водой (14—15°), затем прибавляют 1 часть серной кислоты (кислота 60° Боме) и 1 часть азотной кислоты (в кислоту, разведённую до 33°, добавляют малоуглеродистых железных опилок из расчёта 50 г на 1 л; по растворении добавляют кислоту до 37° Боме) на 9 частей воды. Заливка кислот должна производиться равномерно по всей ванне, причём сначала заливается серная, а затем азотная кислота.

В зависимости от типа насечки и профиля напильников делают некоторые изменения в соотношении кислот, так, например, при драчевых напильниках

следует добавить примерно на 0,1 часть больше серной кислоты, а при шлифных напильниках — на 0,1 часть больше азотной.

Через 3—4 мин. после заливки смесь начинает мутнеть, реакция значительно ускоряется. Когда температура ванны при восстановлении шлифных напильников достигает 51°, а при восстановлении драчевых — 55°, содержимое ванны сливают и промывают напильники струёй воды. Весь процесс заострения напильников длится 8—17 мин. в зависимости от класса насечки и изношенности напильников. Заострение драчевых напильников производится 2 раза. После заострения напильники чистят на щётках (по направлению насечки), промывают водой и опускают в горячий 10 % раствор извести, после чего высушивают.

Восстановленные напильники клеймят, смазывают вазелином, упаковывают по 10 шт. таким образом, чтобы они касались друг друга через бумагу во избежание порчи зубьев.

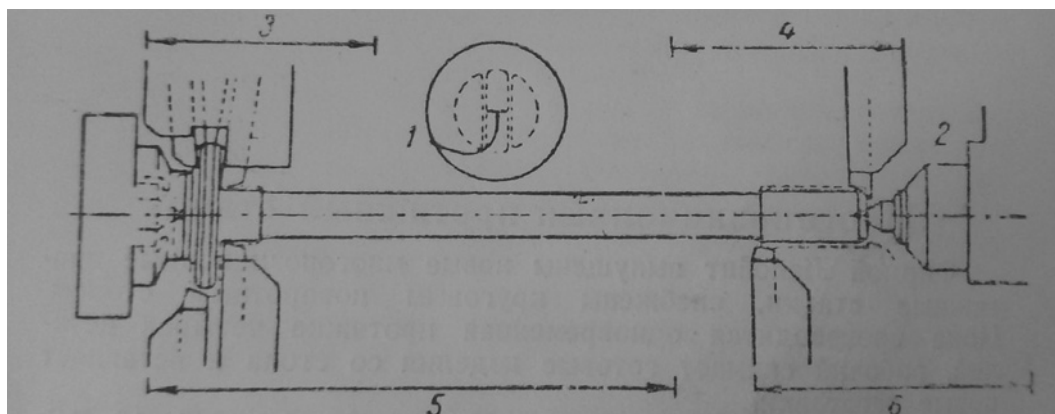


### СТАНОК ДЛЯ ПОЛНОЙ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПОЛУОСИ\*

Станкостроительная фирма "Ло-Свинг" рекомендует производить полную токарную обработку автомобильной полуоси за один установ на станке мод. "L.R.". При штамповке фланца полуоси в его торце делается впадина соответственно ведущему выступу в патроне

станка, вращающему заготовку. Заготовка зажимается в центрах, задний из которых — вращающийся. Подвод и отвод центра при установке и снятии заготовки выполняется пневматическим механизмом. Обточка производится резцами на двух продольных и двух поперечных суппортах.

На показанной схеме: 1 — торец фланца полуоси (виден паз для ведущего выступа патрона); 2 — вращающийся центр; 3, 4, 5 и 6 — суппорты.

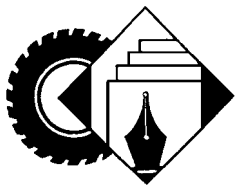


\* "Автомобильная промышленность", 1946, № 3.

("Machinery", N.-Y., 1945, III, стр. 102.)







### "ВСЁ ДЛЯ ФРОНТА, ВСЁ ДЛЯ ПОБЕДЫ!"

Уже в первые недели Великой отечественной войны, когда немецкой авиации удалось уничтожить значительную часть наших самолётов на аэродромах и благодаря этому получить возможность разрушать города и сёла, железнодорожные мосты и узлы, автомобильный транспорт во многих случаях оставался единственным средством перевозки войск, доставки боеприпасов, эвакуации раненых и спасения гражданского населения — детей, женщин, стариков, ставших беженцами.

Во время оборонительного сражения, а затем и разгрома группы армий "Центр" под Москвой автомобильным транспортом было перевезено значительное количество войск и материальных средств, причём для только что создаваемых частей и подразделений — истребителей танков он стал, по существу, главным условием успеха, обеспечивая им высочайшую манёвренность, способность к быстрому реагированию на появление новых танкоопасных направлений.

Вечным памятником истории останется подвиг автомобилистов, работавших на "Дороге жизни": они спасли многие десятки тысяч ленинградцев, без них вряд ли была бы столь стойкой и долгой оборона нашей северной столицы.

В ходе войны роль автотранспорта непрерывно возрастала: автомобильные войска совершенствовались организационно, командование войсковых соединений приобретало опыт их наиболее эффективного применения, в том числе массированного использования в необходимых случаях.

Так, при подготовке и в ходе контрнаступления под Сталинградом три участвовавших в нём фронта (Донской, Сталинградский и Юго-Западный) имели в своём распоряжении 9297 грузовых автомобилей. И когда отрыв наступающих частей от железных дорог достиг 250—300 км и более (например, с выходом Юго-Западного фронта к станции Морозовской он составил 300 км, а у Батайска — 500 км), эти автомобили и грамотно организованная их работа (военный совет фронта установил чёткий порядок: автомобильные части и подразделения сосредоточивают свои усилия главным образом на подвозе материальных средств войскам ударных группировок, действующим на основных направлениях, — танковым и механизированным корпусам) позволили сохранить высокие темпы наступления, не дать возможности фашистским войскам закрепиться на новых рубежах. И тем самым сократить боевые потери и спасти от угона в Германию многие сотни тысяч советских людей, оказавшихся на временно оккупированной территории.

Во время контрнаступления фронтовой и армейский автотранспорт (а нередко и войсковой) работали, по сути, параллельно и круглосуточно. До минимума были сокращены простои автомобилей под загрузкой и разгрузкой; на дорогах функционировали пункты питания, дозаправки топливом и технического обслуживания; движение регулировалось. В результате среднесуточный пробег одного автомобиля составил 400—500 км — величину, которая счи-

тается вполне приемлемой даже для современных, более мощных и более скоростных АТС.

В 1943 г. военный автомобильный транспорт перевез 18 млн т армейских грузов и 4,1 млн т грузов народнохозяйственного назначения, а на заключительном этапе войны (январь 1944—май 1945 гг.) на него зачастую падала основная нагрузка по материальному обеспечению широко-масштабных операций как отдельных фронтов, так и групп фронтов, т. е. операции, которые военные историки в своё время назвали "десять сталинских ударов".

Например, уже на первом из них, начавшемся в январе 1944 г. и известном как окончательное снятие блокады Ленинграда, командование вермахта применило новую тактику: немецкие войска при отступлении полностью, на 100 %, разрушали не только железнодорожные узлы и станции, их инфраструктуру (водокачки, стрелочное хозяйство, связь и т. д.), но и сами железнодорожные пути на перегонах, увозя рельсы, разрезая с помощью специальных машин шпалы, срывая наиболее высокие участки дорожных насыпей. Не говоря уже о мостах.

Наши железнодорожные части, несмотря на все их усилия, не успевали так быстро, как того требовала боевая обстановка, восстанавливать разрушенное, поэтому отрыв наступающих войск от действующих железных дорог порой достигал 120 км. Тем не менее военные автомобилисты, работая на плече 100—200 км, всё-таки доставляли передовым частям все необходимое — боеприпасы, топливо для танков и самолётов, продовольствие, военное снаряжение, эвакуировали раненых, подвозили пополнение. Достаточно сказать, что в этой операции автомобильный транспорт перевёз 250 тыс. т грузов и 80 тыс. человек.

Не менее характерны и мартовские операции 1944 г. на правобережной Украине: они проходили в период весенней распутицы, о которой командующий Первым Украинским фронтом И.С. Конев писал позднее: "Наступившая распутица и начавшиеся дожди ещё более ухудшили состо-



*Горькие дороги отступления*



*В снегах Подмосквья*

яние грунтовых дорог, и движение автотранспорта на всём их протяжении было крайне затруднено. В местах подъёмов и спусков без средств буксировки было невозможно въехать в гору или спуститься с горы. Мы мобилизовали для продвижения автотранспорта всё. Для буксировки машин и перевозки грузов использовались все имеющиеся в частях тракторы. Выделены были для этой цели танки и бронетранспортёры. На отдельных участках для проталивания машин создавались бригады из местного населения..."

И автомобилисты с поставленной задачей справились. Например, 20-я автомобильная бригада этого фронта в ходе операции перевезла более 100 тыс. т грузов на расстояние 120—250 км, выполнив 24 тыс. машино-рейсов. При этом общий пробег её автомобилей составил 4,75 млн км.

Огромную работу проделал автомобильный транспорт при подготовке и, особенно, в ходе освобождения Белоруссии (операция "Багратион"). Здесь, например, вследствие чрезвычайно высоких темпов наступления Первого Белорусского фронта его войска оторвались от баз снабжения на 400—500 км. Задачу обеспечения боевых действий, как это было уже не раз, решили автомобилисты, централизованная и хорошо организованная их работа. На всех трассах располагались контрольно-диспетчерские офицерские пункты, через которые поддерживалась постоянная связь с автоколоннами; развертывались пункты технической помощи, питания и отдыха водителей; была отлаженная, в том числе силами партизан, охрана дорог от "блуждающих" в минском "котле" немецких частей и подразделений.

Всё это обеспечило высокую эффективность перевозок: среднесуточный пробег автомобилей достигал 300—350 км, и за период операции автотранспорт фронта перевёз 560 тыс. т грузов и 63,3 тыс. человек. Всего же в ходе операции автомобили фронтов и армий доставили войскам более 1,2 млн т боеприпасов, топлива, продовольствия и других материальных средств.

Автомобилисты в операциях 1944 г. перевозили не только материальные средства. Например, в Яссо-Кишинёв-

кой они обеспечивали оперативные переброски войск. Так, 28 августа 1944 г. уже упоминавшейся 20-й бригаде Второго Украинского фронта была поставлена задача перевезти две стрелковые дивизии из района Текучи и 1-ю румынскую дивизию из района Ясс в Бухарест. Что и было сделано к утру 31 августа. Результат: оперативная передислокация войск, выполненная при неоднократных нападениях противника на автоколонны, тем не менее стала для него полной неожиданностью и дала возможность овладеть столицей Румынии почти без потерь. То есть крупный манёвр автомобильным транспортом фактически решил исход операции.

В наступательных операциях 1945 г., для которых характерны высочайшая концентрация войск и боевой техники, а также огромный расход материальных средств, роль автотранспорта вообще была беспрецедентной. Об этом говорят цифры из документов того времени.

При подготовке Висло-Одерской операции только на Магнушевский плацдарм (р. Висла) автотранспорт доставил 500 тыс. т боеприпасов и других грузов. В ходе же самой операции его работа стала ещё более напряжённой: среднемесячный пробег АТС фронтового звена составил 4600—4850 км, звена армейского — 3500—4600 км. Причём коэффициент технической готовности автомобильного парка не опускался ниже 0,9.

С 16 апреля 1945 г. войска Первого, Второго Белорусских и Первого Украинского фронтов начали Берлинскую операцию, завершившуюся полным разгромом вермахта и безоговорочной капитуляцией фашистской Германии. Автомобильные перевозки в ней были поистине огромными: на Первом Белорусском фронте они составили 469,9 тыс. т грузов, на Втором Белорусском — 372,3, на Первом Украинском — 391 тыс. т. В сумме — 1 млн 233 тыс. т, что значительно превысило объёмы перевозок, выполненные железнодорожным и речным транспортом. И эффективность перевозок была достаточно высокой: среднесуточный пробег автомобиля достигал 350 км. Причём автомобильные части занимались, как и в некоторых других операциях, не только доставкой грузов, но и способствовали манёвру войск. Например, в ходе боевых действий Первого Украинского фронта по решению его командующего они перевезли на расстояние 200—300 км 13 стрелковых дивизий и два полка. Выполняли они задачи и по маневрированию силами и средствами между фронтами: 4-я истребительно-противотанковая бригада за три ночных перехода совер-



*Сборка артиллерийских тягачей Я-12*

шила 750-километровый марш, в том числе первые 350 км прошла за 10 ч; 10-я истребительно-танковая бригада за пять суток перевезла группу войск на расстояние, равное 1300 км, при этом дважды форсировала р. Дунай.

Приведённые факты свидетельствуют: автомобиль был одной из важнейших составляющих в деле разгрома гитлеровской Германии и её союзников. Причём, и это надо особенно подчеркнуть, главным образом автомобиль отечественного производства.

За годы предвоенных пятилеток наше автомобилестроение, как известно, выпустило 1 млн 39 тыс. грузовых автомобилей, 120,5 тыс. автомобилей легковых и 13,6 м автобусов. То есть 1 млн 973 тыс. ед. автомобильной техники. Из них 272,6 тыс., или 19,9 %, находилось в составе войск Красной Армии. После начала Великой Отечественной войны значительная часть АТС, задействованная в народном хозяйстве, тоже стала работать в её интересах. Кроме того, за годы войны автомобильная промышленность изготовила 205 тыс. АТС. Таким образом, даже самые прикидочные расчёты показывают, что непосредственное участие в боевых действиях приняли как минимум 1 млн автомобилей и автобусов, изготовленных ЗИСом, ГАЗом, ЯАЗом и созданных в годы войны филиалами ЗИСа на Урале и в Поволжье. Это больше, чем смогли поставить вермахту собственные автозаводы Германии и почти втрое больше поставок Советскому Союзу по ленд-лизу.

Вполне оправдала себя и принятая в то время в отрасли стратегия, предусматривающая производство сравнительно небольшого числа моделей и модификаций АТС, но — надёжных и хорошо приспособленных к эксплуатации на плохих дорогах и в условиях бездорожья, способных работать на имеющемся в стране топливе, не требующих высокой квалификации водителей и обслуживающего персонала, технологичных и дешёвых в изготовлении и при ремонте. Другими словами, моделей и модификаций, которые в настоящее время называют автомобилями двойного назначения.

Так, базовой моделью семейства автомобилей ЗИС был ЗИС-5 — двухосный, неполноприводный, грузоподъёмностью 3 т, оснащённый бензиновым двигателем мощностью 57,3 кВт (73 л.с.), который по проходимости, нетребовательности к качеству топлива и ряду других эксплуатационных свойств не только не уступал собранным со всех стран Европы автомобилям германской армии, но даже превосходил их. (Например, зимой 1941 г., в ходе боёв под Москвой, у немцев возникли проблемы с пуском автомобильных двигателей в сильные морозы.) Именно поэтому даже упрощённый (военный) вариант ЗИС-5 с апреля 1942 г. и до конца войны стоял на производстве УльЗИСа, а с июля 1944 г. — и УралЗИСа (соответственно ЗИС-5В и УралЗИС-5В), организованном на базе технологического оборудования ЗИСа московского.

Но ЗИС в предвоенные годы занимался не только грузовым автомобилем двойного назначения. У ЗИС-5 были и несколько чисто армейских модификаций. Наиболее известная из них — трёхосный ЗИС-6: на его шасси монтировали реактивную установку залпового огня, впервые применённую в июле 1941 г. под Оршей (батарея капитана Флерова). Кроме того, на шасси ЗИС-6 изготавливали тяжёлые бронеавтомобили БА-11 (с бензиновым двигателем) и БА-11Д (с дизелем), имевшие пушечно-пулеметное вооружение и очень хорошо себя зарекомендовавшие в приграничных сражениях, а также в битве под Москвой.



*ЗИС-6 из батареи капитана Флерова*

Свою роль сыграли и такие модификации ЗИС-5, как газобаллонная и газогенераторная, но особенно — полугусеничная ЗИС-32 со всеми ведущими колёсами, а также созданные на её основе боевые машины БА-30 и БА-3. (Последняя, по сути, открыла новое направление развития бронированных машин — бронетранспортёров, предназначенных для перевозки стрелковых подразделений в условиях бездорожья и на поле боя.)

В самом трудном для нашей страны году, 1942, группа конструкторов (Г.А. Сонкин, А.Ф. Андропов, Г.П. Арmand, Д.Д. Мельман, Г.Л. Граль и др.) в течение нескольких месяцев разработали, а производственники организовали выпуск ещё одной модификации ЗИС-5 — автомобиля-вездехода ЗИС-42, который впервые применили на Сталинградском фронте в качестве тягача-буксировщика дивизионной артиллерии.

Но было бы ошибкой не сказать о вкладе в Победу и других автозаводов. И прежде всего — ГАЗа.

Его основной продукцией в предвоенные годы были две базовые модели АТС — грузовой ГАЗ-ММ и легковой М-1. Причём первая из них имела пять модификаций (трёхосный ГАЗ-ААА, полугусеничный ГАЗ-60, газобаллонный ГАЗ-44, газогенераторный ГАЗ-42, самосвал ГАЗ-410), вторая — две: ГАЗ-11-73 с шестицилиндровым бензиновым двигателем и М-415 с кузовом пикап. Но с началом войны номенклатура выпуска несколько изменилась: в ней остались ГАЗ-ММ, ГАЗ-ААА, ГАЗ-60 и М1, но добавились санитарный автомобиль ГАЗ-55, штабной автобус ГАЗ-05-193, командирский автомобиль ГАЗ-61 и джип ГАЗ-64 (с конца 1942 г. — ГАЗ-67), а с весны 1942 г. — и бронеавтомобиль БА-64.

Ярославский автозавод, ЯАЗ, в период июнь 1941 г. — февраль 1942 г. продолжал выпуск грузовых автомобилей ЯГ-6А, но в очень незначительных объёмах. Однако в начале 1942 г. завод получил задание освоить выпуск гусеничного тягача для буксировки корпусной артиллерии, разработанного в НАТИ. Этот тягач, Я-12, в войска начал поступать в августе 1943 г. Затем, когда поставки импортных дизелей прекратились, завод организовал выпуск его модификации Я-13Ф с двигателем ЗИС-5МФ. Общий выпуск тягачей за годы войны составил 1 666 ед.

Московский автозавод имени КИМ в начале войны успел изготовить лишь небольшое количество штабных автомобилей на шасси своего легкового автомобиля КИМ-10,



*На Берлин!*

а затем был эвакуирован в Свердловск (Екатеринбург), где вошел в предприятия, изготовлявшие танки.

Таким образом, автомобилестроительная отрасль страны после начала Великой Отечественной войны продолжала работать. Достаточно сказать: за 1941 г. она выпустила 114 677 грузовых автомобилей, 5472 автомобилей легковых и 4027 автобусов, т.е. 124 176 ед. автомобильной техники. Что было лишь на 14,6 % меньше объемов выпуска в предвоенном 1940 г. И это — в неимоверно тяжелых условиях: основные поставщики листовых автомобильных сталей и многих других материалов оказались на территории, оккупированной врагом; ЗИС в октябре 1941 г. пришлось эвакуировать на Восток и там практически заново создавать его филиалы; ЯАЗ попал в положение чуть ли не полной изоляции от остальной территории государства. А главное, на фронт ушли многие квалифицированные работники автозаводов. Например, с ЗИСа — более 16 тыс. человек. Их места занимали женщины и подростки, полные энтузиазма, но, к сожалению, не имевшие ни знаний в автомобильном деле, ни опыта работы. Кроме того, оставшиеся в Москве части коллективов ЗИСа и Завода имени КИМ, а также ЯАЗа в Ярославле пришлось переключить на производство того вооружения, которого в то время катастрофически не хватало войскам.

Так, в цехах ЗИСа в рекордно короткие сроки был налажен массовый выпуск автоматов ППШ, минометов, снарядов, мин, а несколько позже — противотанковых орудий, ставших мощным средством борьбы с новыми немецкими танками. В корпусах Завода имени КИМ ремонтировали танковые двигатели, а затем стали делать запасные части к автомобильной технике, поставляемой по ленд-лизу. ЯАЗ переключился на изготовление 13 изделий военного назначения — корпусов артиллерийских снарядов, солдатских котелков, сапёрных лопат и т. п. И ГАЗ выпускал не только автомобильную технику (в годы войны он поставил Вооружённым Силам более 150 тыс. АТС), но и миномёты, и снаряды для "катюш". И лёгкие танки. Причём многие до сих пор не знают, что более 28 % танков, принявших участие в Великой Отечественной войне, были изготовлены на ГАЗе. Как и то, что именно специалисты ГАЗа (А.А. Липгарт, А.М. Кригер и др.) внедрили в конструкцию танков много того, что повысило их боевую живучесть, надёжность и манёвренность, а технологи применили довольно необычное для танкостроения решение: штамповать большинство деталей. В результате сроки начала выпуска тан-

ков удалось сократить на 13 дней. Что это означало для осени 1941 г., объяснять, думается, не нужно.

"Всё для фронта, всё для победы!" Этот лозунг стал для автомобилестроителей страны не только призывом, но и сутью всей их жизни. Вчерашние домохозяйки и школьники под руководством тех, кто по возрасту или болезни не смог уйти на фронт, в невиданно короткие сроки осваивали станки и другое оборудование. Более того, достигали на нём высочайшей производительности труда. Вот несколько рядовых примеров.

Когда коллективу ЯАЗа поставили задачу освоить производство вооружения и военного снаряжения, его работники, применив скоростные методы проектирования, за 20 дней (вместо 200 по довоенным нормам) сумели разработать и изготовить всё необходимое оборудование и оснастку, а затем резко наращивать выпуск военной продукции: в июне 1941 г. она составила 2,2 % общего заводского выпуска, в июле — 5,2, в августе — 10, в сентябре — 27, а в октябре — 46 %.

Огромную роль в деле увеличения объёмов выпуска военной техники сыграло движение под девизом "Работать без устали, не уходить из цеха, не выполнив производственного задания", инициатором которого стала молодёжь ГАЗа. Например, В. Шубин в один из дней выполнил 19 норм. Это движение стало всесоюзным, благодаря чему производительность труда в комсомольско-молодёжных бригадах возросла вдвое.

Широко известными в то время стали и многие другие имена — сталевара Л.З. Бронникова, инициатора скоростных плавов; А.Н. Воронова, предложившего мастерам трудиться в свободное от работы время в качестве рабочих-станочников; бригадира слесарей С.Х. Ибрагимова, организовавшего скоростной (6 суток вместо 45) ремонт оборудования; кузнеца Е.В. Куратова, удвоившего производительность труда при нагреве заготовок, и других.

В дни боёв под Москвой бригадир токарей цеха автоматов московского ГПЗ-2 М.А. Кожевникова возглавила движение за работу без наладчиков при одновременном повышении производительности труда — движение, которое тоже вскоре стало массовым. Тогда же на ГПЗ-1 по почину Е.Г. Барышниковой началось движение за перевыполнение производственных заданий при сокращённом числе работающих. В результате уже через несколько дней на заводе было высвобождено 182 работника, а через месяц на предприятиях страны — 17 802 рабочих. Спустя полгода, когда к этому движению присоединились трудовые коллективы 15 780 бригад, высвободилось 52 100 человек.

Таких и подобных им примеров было великое множество. Причём не только в среде непосредственных изготовителей военной продукции, рабочих. Своё весомое слово сказали и инженерно-технические работники, снабженцы, финансисты, работники кадровых служб и т.д. Например, "азбучным" примером стали решения конструкторов и технологов по упрощению конструкции и технологии изготовления автомобилей военного времени: кабина, обшитая деревом; отсутствие тормозов на передних колёсах; одна левая головная фара и т.д. Но сейчас мало кто знает, что, скажем, Моторный завод в Миассе (УралЗИС) строили в лесу, работать на нём начали 2 тыс. эвакуированных с ЗИСа и 5 тыс. новичков, набранных на месте. И он начал выдавать двигатели и коробки передач уже в апреле 1942 г.

До конца выполнили свой долг и те автомобилестроители, кто принимал непосредственное участие в боевых действиях.

Как уже упоминалось, только ЗИС отправил на фронт 16 тыс. своих работников. Из них, а также работников ГПЗ-1 и НАТИ формировались добровольческие отряды московского ополчения, а в июле 1941 г. из добровольцев ГАЗа и Харьковского тракторного завода были сформированы две танковые бригады — 121-я и 122-я. Первая вскоре стала 27-й гвардейской имени Наркомсредмаша и с боями дошла до Праги, а вторая преобразовалась в 209-й гвардейский самоходный полк и закончила войну в столице Австрии Вене. В течение четырёх лет войны эти части пополнялись людьми и техникой, прибывавшими с ЗИСа, ГАЗа, ЯАЗа и ХТЗ.

Многие тысячи автомобилестроителей воевали в других частях и соединениях, в партизанских отрядах. Значительная их часть, к сожалению, не дожила до Победы. В их числе горьковский автозаводец политрук Николай Фильченков, вместе со своими товарищами-матросами бросившийся со связкой гранат под фашистские танки у стен Севастополя; слесарь-инструментальщик на ЗИСе, а затем командир пулемётного взвода Рубен Ибаррури, павший смертью храбрых, обороняя Сталинград; воспитанник ГАЗа Юрий Смирнов, ставший воином-разведчиком и зверски замученный фашистами в дни освобождения Белоруссии. Все они посмертно стали Героями Советского Союза. Орденом

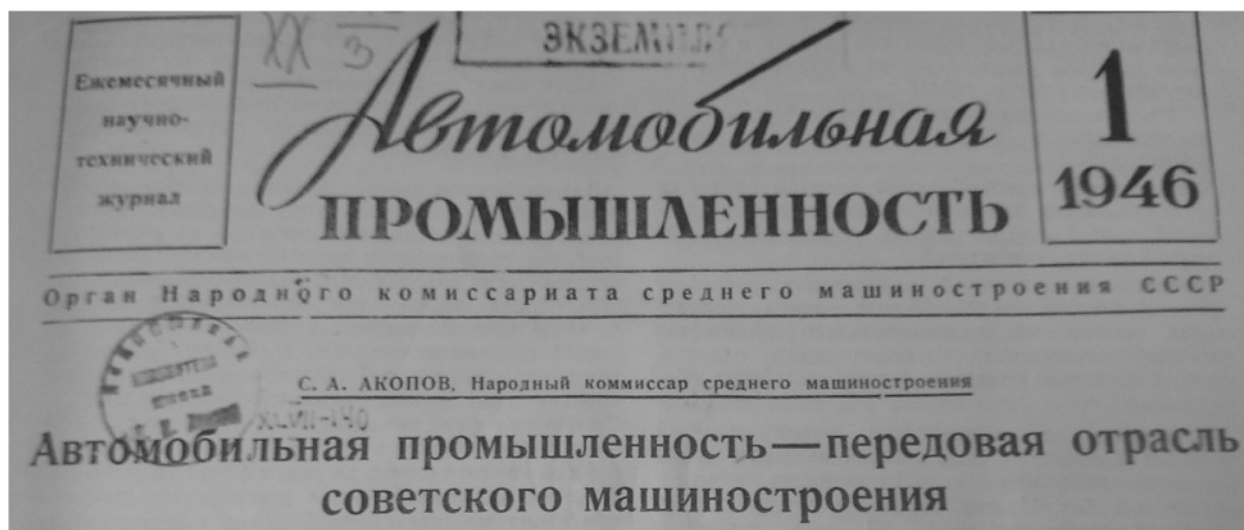
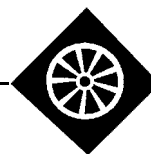
Ленина был отмечен подвиг Н.В. Похлебаева, выросшего на ГПЗ-1: он участвовал в уничтожении палача белорусского народа гауляйтера В. Куба и погиб в застенках гестапо.

Героями Советского Союза завершили войну работник ЗИСа лётчик-разведчик А.Г. Курзенков; электромонтёр с ЯАЗа, ставший лётчиком-штурмовиком, Б.Д. Шапов; воспитанники ГПЗ-1 лётчик П.И. Романов, совершивший более 200 боевых вылетов, и один из выдающихся снайперов И.И. Бочаров; слесари Мытищинского машиностроительного завода М.И. Толмачёв и А.И. Егоров. Десятки тысяч были награждены орденами и медалями СССР.

Не остались незамеченными и трудовые подвиги рабочих, инженеров, техников, конструкторов и учёных автомобильной промышленности. Так, за успешное выполнение заданий по выпуску автомобильной и другой военной техники, в том числе новых её видов и моделей, ЗИС был удостоен орденов Ленина и Трудового Красного Знамени, ГАЗ — орденов Ленина, Красного Знамени и Отечественной войны I степени, ГПЗ-4, КАТЭК и "Красная Этна" — ордена Ленина; ГПЗ-2, ГПЗ-3 и "Автоприбор" (г. Владимир) — ордена Трудового Красного Знамени, Мытищинский машиностроительный завод — ордена Отечественной войны I степени. Заслуженные награды получили десятки тысяч тружеников тыла. Многие специалисты стали лауреатами Сталинской премии.

*В.Н. Филимонов*

## Из истории отечественного автомобилестроения



Автомобильная промышленность вступает в новую полосу развития. Утверждённый правительством пятилетний план развертывания автомобилестроения предусматривает увеличение выпуска автомобилей в 4 раза, а с учётом повышения грузоподъёмности намеченных к производству автомашин — в 5 раз. В связи с этим в наступившем пятилетии будут значительно расширены действу-

ющие автозаводы и, кроме того, предстоит построить и организовать шесть новых автозаводов.

Другая серьёзная задача — освоение выпуска новых типов автомобилей. В 1946—1947 гг. автомобильной промышленности предстоит освоить производство пяти новых моделей грузовых и трёх новых моделей легковых автомобилей.

Московский автозавод имени Сталина должен в течение трёх лет расширить свою мощность в два с половиной раза, значительно превысив довоенный уровень производства. В мае 1946 г. заводу предстоит начать выпуск нового грузового 305-тонного автомобиля ЗИС-150 современной конструкции с бензиновым двигателем мощностью 90 л.с. Одновременно завод будет строить высококомфортабельные легковые автомобили высшего класса ЗИС-110, производство которых на заводе уже началось.

Горьковский автозавод имени Молотова должен к концу пятилетия выпускать до тысячи автомобилей в день и уже в 1946 г. удвоить свой выпуск. Заводу предстоит освоить в этом году производство трёх новых моделей автомобилей: грузового 2,5-тонного автомобиля ГАЗ-51, грузового 2-тонного автомобиля повышенной проходимости ГАЗ-63 и пятиместного автомобиля современной конструкции М-20 "Победа".

Ярославский автозавод подвергнется полной реконструкции и превратится в крупнейший завод по выпуску большегрузных автомобилей. Завод должен в 1946 г. освоить производство новых грузовых автомобилей ЯАЗ-200 грузоподъёмностью 5—7 т с дизельмотором. Его задачи по постройке и освоению массового выпуска автомобилей нового типа значительно осложняются тем, что он впервые сталкивается с поточно-массовым производством и не имеет ещё в этом отношении достаточного опыта.

Уральский автомобильный завод, построенный в годы Отечественной войны, должен к концу пятилетия увеличить свою мощность в два с половиной раза. Помимо расширения производственных площадей, перед заводом стоит серьёзная задача по организации его тылов и жилищному строительству. Уральский автозавод будет продолжать строить 3-тонные грузовики ЗИС-5.

Ульяновский автозавод, начатый строительством также во время Отечественной войны, превращается в мощный завод по выпуску 1,5-тонных грузовых автомобилей ГАЗ-АА, производство которых переводится сюда с горьковского автозавода. Выпуск автомобилей ГАЗ-АА на Ульяновском автозаводе начнется в 1946 г.

Организация новых автомобильных заводов на Украине и в Грузии должна идти быстрыми темпами, так как выпуск автомобилей на этих заводах должен начаться уже в 1947 г. Они будут изготавливать грузовые автомобили ЗИС-150.

Не менее серьёзную задачу представляет создание мощного автомобильного завода — в Белоруссии — по выпуску 5—7-тонного автомобиля ЯАЗ-200 — и автозавода в Сибири — по выпуску 3,5-тонного грузового автомобиля ЗИС-263 с дизель-мотором. Выпуск автомобилей на этих заводах должен начаться в 1948 г.

Московский завод малолитражных автомобилей должен быть полностью восстановлен. С октября 1946 г. на нём начнётся выпуск малолитражных автомобилей "Москвич".

Такое грандиозное задание поставлено перед автомобильной промышленностью впервые. Для выполнения его работникам автозаводов и Наркомату среднего машиностроения в целом предстоит проделать огромную работу.

Объём капиталовложений в автомобильную промышленность за 1946—1950 гг. составит около 4 млрд. руб.

За пятилетие автомобильным заводам предстоит построить более 2 млн м<sup>2</sup> производственных площадей и до 1 млн м<sup>2</sup> жилых помещений и культурно-бытовых учреждений.

Расширение мощностей автозаводов потребует ввода дополнительно 33—35 тыс. единиц оборудования, в том числе значительного количества сложных агрегатных и специальных станков, прессов, молотов, ковочных машин, литейного оборудования.

Постановка на производство новых моделей грузовых и легковых автомобилей вызывает необходимость проведения соответствующих подготовительных работ. Нужно изготовить свыше 28 тыс. различных приспособлений, 25 тыс. штампов, 75 тыс. наименований режущего инструмента, 40 тыс. наименований мерительного инструмента, сотни моделей и пресс-форм.

Огромный объём работ, которые необходимо осуществить в сравнительно сжатые сроки, требует мобилизации всех сил и всего производственного и технического опыта, накопленного в автомобильной промышленности за годы сталинских пятилеток и период Отечественной войны.

Задачу количественного роста выпуска автомобилей и увеличения мощностей автозаводов в 4 раза к 1950 г. нельзя решать арифметически. Было бы технической рутинной, консерватизмом, если бы мы механически пошли по пути перенесения на новые заводы уровня техники, принятого в первые годы организации поточно-массового производства автомобилей, т.е. уровня 1932—1933—1935 гг., и занялись бы увеличением и развитием только количественного выпуска наших автозаводов. Такой путь был бы, может быть, наиболее лёгким, но он имел бы безусловно отрицательные результаты и не способствовал бы повышению производительности труда.

Задача заключается в том, чтобы вопросы количественного роста автомобильной промышленности решить зрело, качественно, с учётом новейших достижений и опыта всей передовой технической мысли.

Повышение производительности труда, внедрение на автомобильных заводах новейшей техники является центральным вопросом при решении задачи расширения мощностей автомобильных заводов и освоения производства новых моделей автомобилей.

В нашей стране, как нигде, имеются все возможности для наиболее полного использования в промышленности лучших достижений науки и техники.

<...>

Автомобильная промышленность по праву считалась наиболее передовой отраслью советского машиностроения. Поточные методы производства наиболее рациональные технологические процессы, оснащённость автозаводов высокопроизводительным оборудованием — всё это поставило автомобильную промышленность в разряд передовых отраслей промышленности СССР. Автомобильные заводы явились школой поточно-массового производства для других отраслей промышленности. Свою ведущую роль в машиностроении автомобильная промышленность должна сохранить за собой и впредь. Для этого автомобильным заводам при расширении своих мощностей необходимо в максимальной степени использовать новейшие достижения техники.

Обеспечение дальнейшего технического прогресса — одно из важнейших условий выполнения пятилетнего плана.

"В наше время высокой техники и широкого применения науки в производстве, — говорил товарищ Молотов в докладе о 28-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции, — когда стало уже возможным и использование атомной энергии и других великих техни-

ческих открытий, в хозяйственных планах должно быть уделено первостепенное внимание вопросам техники, вопросам повышения технического уровня нашей промышленности и создания высококвалифицированных технических кадров. Мы должны равняться на достижения современной мировой техники во всех отраслях промышленности и народного хозяйства и обеспечить условия для всемерного движения вперед советской науки и техники". Это указание товарища Молотова должно быть руководством для каждого инженера и техника автомобильной промышленности в их работе по осуществлению пятилетнего плана.

На автомобильных заводах необходимо широко применять современные агрегатные, специальные и специализированные станки, автоматизированные поточные линии. При этом нельзя считать, что имеющееся оборудование надо полностью заменить новым. Такой подход граничит с бесхозяйственностью. Мы должны использовать также и старое оборудование, приспособив его к производству новых марок автомобилей и оснастив его наиболее производительными приспособлениями, а некоторые станки переделывать.

В автомобилестроение надо внедрить новейшие технологические процессы, в частности, скоростное фрезерование и точение, электронагрев в производстве горячих штампов, центробежное стальное литьё вместо горячих штамповок, максимально расширить применение высокочастотной закалки деталей и пр.

Наряду с этим надо всемерно механизировать вспомогательные работы, которые играют весьма серьезную роль в обеспечении выпуска автомобилей. Часто предпочитают заниматься только технологией основного производства, упуская из вида технологию вспомогательных работ. Это неверно. Нельзя забывать, что "конвейер" начинается у ворот завода, куда прибывают металл, материалы и другие грузы. Обработка грузов, транспортировка их внутри завода поглощает много времени и зачастую приводит к простоям в производстве. Надо создать четкую технологию вспомогательных работ.

Снижение трудоёмкости производства автомашин, уменьшение затрат труда — как на основные, так и на вспомогательные работы — является важнейшей задачей. Трудоёмкость автомобиля будет лучшим показателем того, как завод справился с задачей использования новейшей техники, внедрения наиболее совершенных технологических процессов.

Снижением трудоёмкости изготовления автомобилей мы решаем не только техническую, но и экономическую задачу. Применение наиболее эффективной технологии, снижающей трудоёмкость производства деталей и агрегатов автомобиля, позволит уменьшить потребность в оборудовании, производственных площадях и рабочей силе, а также сэкономить значительные материальные ресурсы для нужд народного хозяйства.

Осуществление стоящих перед нами огромных задач в установленные правительством сроки требует повышенной ответственности каждого работника за порученное ему дело. Необходимо установить строжайшую дисциплину в

проведении всех подготовительных работ. К сожалению, мы уже имеем отставание на ряде участков. Московский автозавод имени Сталина, наряду с освоением в короткие сроки производства легковых автомобилей ЗИС-110, недопустимо отстаёт с подготовкой производства автомобилей ЗИС-150. На Горьковском автозаводе имени Молотова, несмотря на проведённую большую работу по подготовке производства автомобилей ГАЗ-51, очень медленно осваивается их производство. Слабо развёрнута подготовка производства легковых автомобилей М-20 "Победа". Слишком медленным темпом ведутся работы по подготовке производства малолитражных автомобилей "Москвич". Отстают проектные работы Гипросредмаша. С таким положением мириться нельзя. Необходимо в кратчайшие сроки наверстать имеющееся отставание.

Война в значительной мере способствовала росту наших кадров. Мы научились быстрее разрешать сложные вопросы. Наши заводы сумели за короткое время освоить производство новых машин и решить серьезные конструктивные и технологические задачи. Известно, что освоение массового производства ряда сложных военных объектов на Горьковском и Московском автозаводах занимало не более 2—3 месяцев.

Мы имеем все основания считать, что кадры автомобильной промышленности располагают необходимым опытом и квалификацией для осуществления задач, поставленных пятилетним планом.

Большую работу должны проделать технологи автозаводов. Технологи — ведущее звено, от которого в большой степени зависит правильный выбор технологического процесса, качественное проектирование заводов, правильная организация производства. Можно сказать, что успех внедрения на заводах новейшей техники в основном определяется качеством технологов.

Автомобильная промышленность в своей среде имеет немало высококвалифицированных и талантливых технологов. На автозаводах хорошо известны имена товарищей Демьянюка, Веселова, Андерса, Гончарова, Стахеева, Фрейдлина, Ватанова, Кирсанова, Обухова, Чайкова, Мишандина и других, которые сумеют с успехом возглавить важнейшую работу по освоению новой техники.

Задача технологов заключается не только в том, чтобы выбрать наиболее эффективный технологический процесс и запроектировать его на том или ином автозаводе, но и в том, чтобы этот технологический процесс внедрить и добиваться максимальной эффективности. Необходимо связаться со станкостроительными заводами, чтобы совместно продумать и выбрать наиболее производительное оборудование для новых технологических процессов.

Партия и правительство уделяют большое внимание развитию автомобильной промышленности <...> в четвёртой пятилетке. Мы обязаны ответить на это отличной и передовой работой и обеспечить выполнение всех заданий пятилетнего плана в установленные сроки. Мы должны внедрить на автозаводах самую передовую технику, обеспечивающую автомобильной промышленности ведущее место в советском машиностроении.



# Содержание

Сороковые роковые .....	1
Из истории отечественного автомобилестроения	
Крепить технологическую дисциплину .....	2
<b>ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА</b>	
Валиева Е.Г., Касьянов С.В. — Анализ информативности документации для управления качеством сложных поковок по требованиям IATF 16949 .....	4
<b>КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ</b>	
Трембовельский Л.Г., Никольский Д.А. — Увеличение грузоподъемности автопоездов в пределах типоразмерного ряда .....	7
Савельев В.А. — Особенности кинематики шарниров равных угловых скоростей типа "трипод" .....	10
Из истории отечественного автомобилестроения	
Гольдблат И.И. — Советский легковой газобаллонный автомобиль на сжиженном газе .....	13
<b>ЭКСПЛУАТАЦИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС АТС</b>	
Дубовик Е.А. — Расчёт стенда для испытания раздаточных коробок перемены передач грузовых автомобилей ЗИЛ .....	15
Радин С.Ю., Сливинский Е.В. — К снижению трудоёмкости при эксплуатации самосвальных прицепов при выгрузке их кузовов .....	19
Из истории отечественного автомобилестроения	
Лазаренко А.Н. — Новый способ обкатки автотракторных двигателей .....	21
<b>ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ</b>	
Швеев И.А. — Применение биметаллических материалов в машиностроении .....	22
Булавин И.А., Самойлова А.С., Чан Ван Чьен — Взаимосвязь конструктивных параметров геометрии, силовых и деформационных факторов при регулировке преднатяга подшипников дифференциала в редукторах ведущих мостов автомобилей .....	25
Из истории отечественного автомобилестроения	
Голгер Т.П. — Восстановление напильников .....	31
Станок для полной токарной обработки автомобильной полуоси .....	32
<b>ИНФОРМАЦИЯ</b>	
Филимонов В.Н. — "Все для фронта, всё для победы!" .....	33
Из истории отечественного автомобилестроения	
Акопов С.А. — Автомобильная промышленность — передовая отрасль советского машиностроения .....	37

Главный редактор **Н.А. ПУГИН**

Зам. главного редактора **Р.В. Козырев**

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

<b>Балабин И.В.</b>	— д-р техн. наук, профессор МГТУ имени Н.Э. Баумана
<b>Бахмутов С.В.</b>	— д-р техн. наук, зам. директора по научной работе ГНЦ "НАМИ"
<b>Гируцкий О.И.</b>	— д-р техн. наук, профессор, зам. председателя Экспертного совета НАМИ
<b>Гладков В.И.</b>	— канд. техн. наук, зам. генерального директора по научной работе ОАО "НИИТавтопром"
<b>Ковригин А.С.</b>	— зам. генерального директора ОАО "АСМ-холдинг"
<b>Комаров В.В.</b>	— канд. техн. наук, зам. генерального директора ОАО "НИИАТ" по научной работе
<b>Коровкин И.А.</b>	— канд. экон. наук, исполнительный директор НП "ОАР"
<b>Котиев Г.О.</b>	— д-р техн. наук, профессор МГТУ имени Н.Э. Баумана
<b>Круглов С.М.</b>	— зам. генерального директора ОАО "НИИТавтопром"
<b>Ксенович Т.И.</b>	— канд. физ.-мат. наук, МГТУ имени Н.Э. Баумана, НИЦ "Русаен"
<b>Мамити Г.И.</b>	— д-р техн. наук, профессор Горского Агроуниверситета (Владикавказ)
<b>Марков В.А.</b>	— д-р техн. наук, профессор МГТУ имени Н.Э. Баумана
<b>Сорокин Н.Т.</b>	— д-р экон. наук, директор ФГБНУ ВНИМС ФАНО России
<b>Тер-Мкртчян Г.Г.</b>	— д-р техн. наук, ГНЦ "НАМИ"
<b>Титков А.И.</b>	— канд. техн. наук, эксперт аналитического центра ОАО "АСМ-холдинг"
<b>Топалиди В.А.</b>	— канд. техн. наук, ТАДИ
<b>Филимонов В.Н.</b>	— ответственный секретарь "АП"

## Белорусский редакционный совет:

<b>Альгин В.Б.</b>	— д-р техн. наук, профессор, заместитель директора по научной работе ОИМ НАН Беларуси
<b>Егоров А.Н.</b>	— генеральный конструктор — начальник НТЦ ПО "БелАЗ"
<b>Захарик А.М.</b>	— канд. техн. наук, технический директор РУП "МАЗ"
<b>Кухаренок Г.М.</b>	— д-р техн. наук, профессор БНТУ
<b>Мариен П.Л.</b>	— д-р техн. наук, директор НТЦ "Карьерная техника" ОИМ НАН Беларуси
<b>Николаев Ю.И.</b>	— главный конструктор ОАО "МЗКТ"
<b>Сазонов И.С.</b>	— д-р техн. наук, проф., ректор Белорусско-Российского университета (Могилёв)
<b>Харитончик С.В.</b>	— д-р техн. наук, доцент БНТУ (Минск)

Информационный партнёр АНО "НИЦ "Русаен"

Технический редактор *Шацкая Т.А.*

Корректор *Сажина Л.И.*

Сдано в набор 09.03.2020. Подписано в печать 21.04.2020.

Формат 60×88 1/8. Усл. печ. л. 4,9. Бумага офсетная.

Отпечатано в ООО "Канцлер".

150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49.

Оригинал-макет: ООО "Авансед солюшнз".

119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: [www.aov.ru](http://www.aov.ru)

## ООО "Издательство "Инновационное машиностроение"

Адрес издательства и редакции: 107076, Москва, Колодезный пер., 2а, стр. 2

Телефоны: (915) 412-52-56 и (499) 269-54-98; (495) 785-60-69 (реклама и реализация)

E-mail: [avtoprom-atd@mail.ru](mailto:avtoprom-atd@mail.ru)

[www.mashin.ru](http://www.mashin.ru)

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство ПИ № 77-7184

Цена свободная.

Журнал рекомендован ВАК РФ для публикации трудов соискателей ученых степеней, входит в международную базу данных "Chemical Abstracts".

За содержание рекламных объявлений ответственность несет рекламодатель.

Перепечатка материалов из журнала "Автомобильная промышленность" возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией; ссылка — обязательна.