ISSN 0005-2337

Автомобильная промышленность

№ 4 ● 2008

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

Издается с мая 1930 года

Москва "Машиностроение"

УЧРЕДИТЕЛИ:
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ОАО "АВТОСЕЛЬХОЗМАШ-ХОЛДИНГ"

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 4 • апрель • 2008

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 658.783

Система показателей, характеризующая управление сбытовыми запасами предприятия

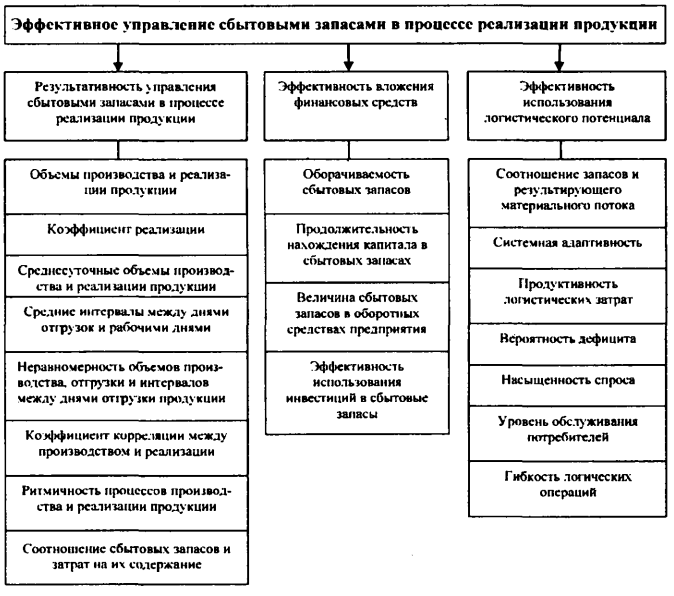
Н.В. РОГОЖКИНА

ОАО "Заволжский моторный завод"

Управление сбытовыми запасами — функциональная деятельность, цель которой — довести запасы до минимума, обеспечивающего удовлетворительное обслуживание потребителей.

Явление это сравнительно новое для отечественных предприятий автомобильной промышленности: во времена СССР необходимости в таком управлении фактически не было. Тогда существовало централизованное планирование, спрос всегда превышал предложение, производство работало на заказ. Однако теперь, когда совершился переход на рыночную экономику и на рынке автомобильной техники резко ужесточилась конкуренция, отсутствие и недостаточное внимание предприятия (или фирмы) к сбытовым запасам может привести к недостатку финансовых средств и как результат — к снижению платежеспособности клиентов и их потере, уменьшению гибкости и, соответственно, конкурентоспособности. Другими словами, управление сбытовыми запасами, как и любое управление, должно быть эффективным, в том числе обеспечивать надежную обратную связь между экономическими потоками и стратегией развития предприятия. Поэтому его руководство должно уметь грамотно оценивать эту эффективность, т. е. проверять систему управления сбытовыми запасами, используя оперативную, бухгалтерскую и статистическую информации об ее параметрах. Причем основная задача такой оценки предельно очевидна: соответствуют или нет фактические сбытовые запасы установленным нормам. Естественно, с выяснением причин отклонений, если таковые обнаружены.

Как видим, в данном определении присутствует термин "установленная норма". И это не случайно: нормирование было и остается основным методом, который применяется в отечественной теории и практике управления запасами. Именно оно отвечает на вопрос, сколько необходимо затратить средств на возросшую потребность в материальных ресурсах. Однако нормирование, к сожалению, не всесильно. В частности, с его помощью нельзя оптимизировать сроки и периодичность пополнения запасов. В связи с чем оценка эффективности функционирования системы управления ими должна строиться не только на анализе причин образования сверхнормативных остатков, но и на анализе согласованности процессов производства и отгрузки. При этом предлагается использовать систему комплексной оценки, состоящую (рисунок) из трех блоков: "результативность управления сбытовыми запасами в процессе реализации продукции"; "эффективность вложения финансовых средств"; "эффективность использования логистического потенциала". В свою



Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

очередь, каждый из блоков включает оценочные показатели. В частности, в первом блоке их восемь.

1. Объемы производства ($Q_{пр}$) и реализации ($Q_р$) продукции за период. Оценивают их по коэффициенту R выполнения плана ее производства и реализации (формулы № 1 в табл. 1).

2. Коэффициент R_R реализации, который показывает долю реализованной продукции ($Q_р$) в ее общем объеме, складывающемся из объема ее производства ($Q_{пр}$) и объема сбытовых запасов ($R_н$) на начало периода (формула № 2).

Очевидно, что дела на предприятии обстоят идеально, когда $R_R = 1$.

Это во-первых. Во-вторых, объемы производства и реализации продукции — показатели взаимосвязанные. В конкурентных условиях объем реализации (продаж) — основа разработки производственной программы: предприятие должно производить только ту продукцию и в таком объеме, которые оно может реально реализовать.

3. Среднесуточные объемы производства ($\bar{Q}_{пр}$) и реализации ($\bar{Q}_р$) продукции. Определяют их как среднеарифметическое, т. е. по формулам № 3.

4. Средние интервалы между днями отгрузок ($\bar{T}$) и рабочими днями ($\bar{S}$). При этом интервал отгрузки рассматривается как промежуток времени, который начинается со следующего дня после предыдущей отгрузки и продолжается включительно до дня завершения очередной по счету отгрузки; интервал между рабочими днями — промежуток времени, который начинается со следующего дня после сдачи продукции на склад готовой продукции и заканчивается днем очередной сдачи продукции на склад.

Формулы для расчета $\bar{T}$ и $\bar{S}$ — № 4.

5. Неравномерность объемов производства, отгрузки и интервалов между днями отгрузки продукции, или коэффициенты V вариации, равны отношению среднеквадратического отклонения к среднему значению соответствующего параметра (формулы № 5).

Очевидно, чем больше V, т. е. чем выше уровень неравномерности, тем сложнее прогнозировать величину данного коэффициента на планируемый период и тем больше должен быть запас на складе. Такой уровень — следствие высокодинамичности внешней среды и/или плохого управления запасами.

6. Коэффициент r корреляции между суммарными объемами производства и отгрузки в анализируемом периоде. Он характеризует степень согласованности данных параметров и подсчитывается по формуле № 6.

Интерпретация данного показателя приведена в табл. 2. Но в целом можно сказать: если $r < 0{,}6$, то между объемами производства и отгрузки отсутствует функциональная связь, если выше — связь существует. И чем выше значение r, тем выше уровень прогнозирования продаж, согласованности и синхронности процессов производства и продаж.

7. Ритмичность (равномерность) процессов производства и реализации продукции в течение определенного времени — свидетельство рационального использования трудовых и материальных ресурсов на предприятии. Аритмичность же сказывается на многих показателях его деятельности (ухудшается качество продукции, увеличиваются ее остатки на складах и объемы незавершенного производства, замедляется оборачиваемость капитала, задерживается выполнение договорных обязательств и т. д.). Результат — слабое финансовое положение предприятия, повышение себестоимости продукции, уменьшение прибыли.

Наиболее распространенный показатель оценки ритмичности — коэффициент ритмичности, который представляет собой отношение фактических объемов произведенной и отгруженной продукции к их плановым величинам. При этом в выполнение плана по ритмичности засчитываются фактические величины, не превышающие запланированных. Однако в практическом плане более удобен показатель, по своей сути обратный показателю "ритмичность", — аритмичность R_{AR}, который представляет собой сумму положительных и отрицательных отклонений в выпуске и отгрузке продукции от плана за период. Подсчитывается R_{AR} по формулам № 7. При этом ясно: чем ближе данный коэффициент к нулю, тем ритмичнее производство и отгрузка продукции.

8. Соотношение сбытовых запасов и затрат на их содержание за период (коэффициент $R_с$) определяется по формуле № 8 и характеризует издержки содержа-

Таблица 1

№ формулы	Формула	Примечания
1	$R_{пр} = \frac{Q_{пр_ф}}{Q_{пр_п}} \cdot 100\ \%,\ R_р = \frac{Q_{р_ф}}{Q_{р_п}} \cdot 100\ \%$	$Q_{пр_ф}$ и $Q_{пр_п}$ — фактические и плановые объемы производства; $Q_{р_ф}$ и $Q_{р_п}$ — фактические и плановые объемы реализации
2	$R_R = \frac{Q_р}{Q_{пр} + I_н}$	$I_н$ — фактический объем запасов на начало периода
3	$\bar{Q}_{пр} = \frac{\sum_{l=1}^{L} q_{lпр}}{L_{пр}},\ \bar{Q}_р = \frac{\sum_{l=1}^{L} q_{lр}}{L_р}$	$q_{lпр}$ и $q_{lр}$ — соответственно объемы суточного производства и отгрузки в l-й день анализируемого периода; $L_{пр}$ и $L_р$ — число дней рассматриваемого периода, в которые продукция производилась и реализовывалась
4	$\bar{T} = \frac{\sum_{n=1}^{N} t_n}{N_T},\ \bar{S} = \frac{\sum_{n=1}^{N} s_n}{N_S}$	N_T и N_S — соответственно числа интервалов между днями отгрузок и рабочими днями; n, 2, ..., N; t_n и s_n — величины интервала в днях

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

№ формулы	Формула	Примечания
5	$V_Q = \frac{\sigma_Q}{\overline{Q}} \cdot 100\ \%$ $V_\tau = \frac{\sigma_\tau}{\overline{T}} \cdot 100\ \%$	V_Q — коэффициент вариации суточных объемов производства и отгрузки продукции; $\sigma_Q = \sqrt{\frac{\sum_l (q_1 - \overline{Q})^2}{L}}$ — среднеквадратическое отклонение суточных объемов производства и реализации; $\overline{Q}$ — среднесуточный объем производства и реализации продукции; V_τ — коэффициент вариации интервалов между днями отгрузки; $\sigma_\tau = \sqrt{\frac{\sum_n (t_n - \overline{T})^2}{N_T}}$ — среднеквадратическое отклонение интервалов между днями отгрузки; $\overline{T}$ — среднесуточный объем производства и реализации продукции
6	$r = \frac{\sum_{i=1}^{n} (Q_{\text{пр}_i} - \overline{Q}_{\text{пр}})(Q_{\text{р}_i} - \overline{Q}_{\text{р}})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} (Q_{\text{пр}_i} - \overline{Q}_{\text{пр}})^2 \sum_{i=1}^{n} (Q_{\text{р}_i} - \overline{Q}_{\text{р}})^2}}$	$Q_{\text{пр}_i}$ и $Q_{\text{р}_i}$ — объемы произведенной и реализованной продукции в i-й период времени
7	$R_{AR_{\text{пр}}} = \sum_{i=1}^{n} \left\lvert 1 - \frac{Q_{\text{пр}_\text{ф}}}{Q_{\text{пр}_\text{п}}} \right\rvert$ $R_{AR_\text{р}} = \sum_{i=1}^{n} \left\lvert 1 - \frac{Q_{\text{р}_\text{ф}}}{Q_{\text{р}_\text{п}}} \right\rvert$	—
8	$R_C = \frac{C_I}{\overline{I_{\text{сб}}}}$	C_I — затраты на содержание запасов; $\overline{I_{\text{сб}}}$ — средняя за рассматриваемый период величина сбытовых запасов
9	$\overline{I_{\text{сб}}} = \frac{I_\text{н} + I_\text{к}}{2}$	$I_\text{к}$ — фактический объем запасов на конец периода (месяца)
10	$\overline{I_{\text{сб}}} = \frac{0{,}5 I_1 + I_2 + \ldots + I_{n-1} + 0{,}5 I_{n-1}}{n-1}$	n — число месяцев в рассматриваемом периоде
11	$IT = \frac{Q_\text{р}}{\overline{I_{\text{сб}}}}$	—
12	$IT_{\text{дн}} = \frac{\overline{I_{\text{сб}}}}{Q_\text{р}} T$	T — число дней в анализируемом периоде
13	$IT_{\text{об}} = \frac{I_{\text{сб}}}{CA} \cdot 100\ \%$	CA — оборотные средства
14	$ROII = \frac{CM}{I_{\text{сб}}}$	—
15	$R_{MS} = I/Q_\text{р}$	I — величина всех запасов
16	$R_{SA} = \frac{\Delta I_{\text{пр}}}{\Delta I_{\text{сб}}} = \frac{\Delta I_{\text{пр}}}{\Delta I_{\text{нп}}} \cdot \frac{\Delta I_{\text{нп}}}{\Delta I_{\text{сб}}}$	$\Delta I_{\text{пр}}$, $\Delta I_{\text{сб}}$ и $\Delta I_{\text{нп}}$ — соответственно приросты производственных запасов, готовой продукции и незавершенного производства (подсчитываются по разности стоимости запасов на конец и начало рассматриваемого периода
17	$R_{LC} = Q_\text{р}/C_L$	C_L — величина логистических затрат
18	$R_S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{Q_{\text{н}_i}}{Q_i} \cdot 100\ \%$	$Q_{\text{н}_i}$ — число заказов от i-го потребителя; Q_i — общее число заказов i-го потребителя за определенный период времени; n — число клиентов
19	$R_{DS} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^{k} \frac{I_{\text{сб}_i}}{I_{\text{сб}_{\text{треб}}}} \cdot 100\ \%$	$I_{\text{сб}_i}$ — количество запасов i-го вида продукции в определенный период времени; $I_{\text{сб}_{\text{треб}}}$ — требующееся количество этих запасов; k — число номенклатурных позиций
20	$R_{AC} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{Q_{\text{с}_i}}{Q_i} \cdot 100\ \%$	$Q_{\text{с}_i}$ — число заказов i-го потребителя, выполненное в оговоренные сроки; Q_i — общее число заказов i-го потребителя
21	$R_F = \frac{Q_{\text{уд}_i}}{Q_{\text{обр}_i}}$	$Q_{\text{уд}_i}$ — число удовлетворенных обращений i-го потребителя; $Q_{\text{обр}_i}$ — общее число его обращений

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 2

Значение r	Характер связи	Характеристика связи
0	Отсутствует	—
$0 < r < 1$	Прямая	С увеличением объема производства объем отгрузки в интервале между днями производства также увеличивается
$-1 < r < 0$	Обратная	С увеличением объема производства объем отгрузки в интервале между днями производства уменьшается
$r = 1$	Функциональная	Каждому значению объема производства строго соответствует одно значение объема отгрузки в интервале между днями производства

ния запасов — расходы, связанные с физическим нахождением продукции на складе, а также возможные проценты на капитал, вложенный в запасы. Входящий в эту формулу $\bar{I}_{сб}$ можно определить в зависимости от периода анализа либо по формуле № 9 (среднемесячные запасы), либо по формуле № 10 (период анализа более одного месяца).

К сказанному следует добавить, что необходимость расчета средних сбытовых запасов обусловлена тем, что объем запасов может быть учтен только на определенный момент времени (в период оборота происходит колебание данной величины в зависимости от ритма производства, поставок и реализации продукции).

В блок "эффективность вложения финансовых средств в сбытовые запасы" входят четыре показателя.

1. Оборачиваемость IT сбытовых запасов — финансовый показатель, рассчитываемый (формула № 11) как отношение суммы реализованной продукции (для готовой продукции — себестоимость проданной ее части) к средней величине запасов. Он показывает, сколько раз за период сбытовые запасы проходят через предприятие.

Рассчитанные периоды оборота запасов имеют реальную экономическую интерпретацию. Например, период оборота сбытовых запасов, равный 30 дням, означает, что при сложившемся в эти дни объеме реализации на предприятии создано запасов на 30 дней.

Оборачиваемость — важнейший элемент анализа эффективности, с которой предприятие распоряжается сбытовыми запасами. Считается, что чем выше оборачиваемость сбытовых запасов компании, тем эффективнее процесс реализации продукции и тем меньше потребность в оборотном капитале для его реализации. В связи с чем можно сказать: ускорение оборачиваемости сбытовых запасов — задача задач. И пути ее решения есть. Это сокращение продолжительности производственного цикла за счет интенсификации производства (использование новейших технологий, механизация и автоматизация производственных процессов, повышение уровня производительности труда, более полное использование производственных мощностей предприятия, трудовых и материальных ресурсов и др.); улучшение организации материально-технического снабжения с целью бесперебойного обеспечения производства необходимыми материальными ресурсами и сокращения времени нахождения капитала в запасах; ускорение процесса отгрузки продукции и оформления расчетных документов; повышение уровня маркетинговых исследований, направленных на ускорение продвижения товаров от производителя к потребителю (включая изучение рынка, совершенствование продукции и форм ее продвижения к потребителю, формирование правильной ценовой политики, организацию эффективной рекламы и т. п.).

Но чрезмерное увлечение ускорением оборачиваемости тоже нецелесообразно: оно ведет к снижению вложений в сбытовые запасы, что может привести к дефициту продукции и как следствие — к снижению объемов ее реализации. Поэтому для более объективной оценки данный показатель необходимо дополнить еще тремя, первый из которых идет ниже под № 2, а второй — под № 3, третий — под № 4.

Однако существует и более наглядный и удобный для анализа показатель, обратный оборачиваемости.

2. Продолжительность $IT_{дн}$ нахождения капитала в сбытовых запасах. Рассчитывается она по формуле № 12.

3. Величина сбытовых запасов в оборотных средствах предприятия. Для нее предназначена формула № 13.

Если данный показатель является значимым, то предприятие может столкнуться с недостатком ликвидных средств и ему будет трудно выполнять свои обязательства в срок.

Таким образом, надо стремиться не только к ускорению движения сбытовых запасов в процессе реализации продукции, но и к их максимальной отдаче, которая выражается в увеличении суммы маржинальной прибыли на 1 руб. инвестирования в сбытовые запасы. Иначе можно упустить оптимальные решения.

4. Эффективность использования инвестиций в сбытовые запасы характеризуется их доходностью (рентабельностью), т. е. отношением маржинальной прибыли CM предприятия к средней величине сбытового запаса (формула № 14).

Повышение рентабельности инвестиций в сбытовые запасы обеспечивается преимущественно за счет снижения самих запасов и/или повышения маржинальной прибыли. Причем последнее в современных конкурентных условиях возможно лишь при снижении величины переменных затрат.

Уменьшение же величины сбытовых запасов достигается их эффективным управлением.

Показатель "рентабельность" характеризует не только процесс реализации продукции, но также процессы ценообразования и, что особенно важно, работу менеджеров по продажам. Дело в том, что менеджеры по продажам очень часто склонны к увеличению объемов сбытовых запасов. А это неизбежно ведет к снижению рентабельности инвестиций в запасы и, соответственно, к сокращению маржинальной прибыли.

И последнее. Показатель "рентабельность" целесообразно рассчитывать как по общему объему реализованной продукции, так и по отдельным ее видам.

Блок "эффективность использования логистического потенциала" включает семь показателей.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

1. Соотношение запасов и результирующего материального потока (R_{MS}), которое определяется по формуле № 15.

Данный показатель характеризует уровень эффективности управления экономическими потоками предприятия, т. е. способность последнего производить и реализовывать продукцию при минимальных затратах. Он, с одной стороны, формируется под воздействием факторов, обусловленных спецификой хозяйственной деятельности, а с другой — отражает уровень технологической и организационной сопряженности участников логистического процесса.

2. Системная адаптивность (R_{SA}), подсчитываемая по формуле № 16.

3. Продуктивность (R_{LC}) логистических затрат — сумма всех затрат, связанных с выполнением логистических операций: размещение заказов на поставку продукции, производство, складирование поступающей продукции, внутрипроизводственное транспортирование, промежуточное хранение, хранение готовой продукции, ее отгрузка, внешнее транспортирование, а также затраты на персонал, оборудование, помещения, складские запасы, передачу данных о заказах и запасах. Подсчитывается она по формуле № 17.

Здесь определяется среднее значение материального потока в сфере сбыта, которое может приходиться на 1 руб. логистических затрат промышленного предприятия.

4. Вероятность (R_S) дефицита. Она показывает, как часто может возникнуть нехватка запасов, или, другими словами, этот показатель характеризует наличие продукции для доставки потребителям. Дефицит возникает, когда спрос на какую-либо продукцию превышает объем доступных запасов. В этом показателе не учитывается тот факт, что наличие одной продукции имеет более важное значение, чем другой. Тем не менее оценка вероятности дефицита служит хорошей отправной точкой для измерения доступности запасов. Формула для расчета R_S — № 18.

5. Насыщенность (R_{DS}) спроса показывает масштабы или последствия дефицита в разные периоды времени. Сама по себе нехватка той или иной продукции еще не означает, что потребители останутся неудовлетворенными. Дефицит влияет на качество обслуживания только в том случае, если затрагивает именно ту продукцию, на которую имеется спрос. Следовательно, очень важно установить, какой именно продукции не хватает и сколько желают получить потребители. И показатель R_{DS} позволяет это сделать, если его подсчитывать по формуле № 19.

6. Уровень (R_{AC}) обслуживания потребителей. По данному показателю, вычисляемому по формуле № 20, оценивается способность системы поддерживать требуемые сроки обслуживания на протяжении многих периодов. Но его еще можно рассчитать как разность между 100 % и дефицитом ($R_{AC} = 100 - R_S$).

7. Гибкость (R_F) логистических операций, под которой понимается готовность предприятия компенсировать изменения, возникающие в процессе реализации продукции. Другими словами, данный показатель отражает способность системы быстро и адекватно адаптироваться к меняющимся условиям реализации и рассчитывается как отношение числа удовлетворенных обращений к общему числу обращений потребителей об изменении ранее сделанного заказа и сопутствующих услуг в пределах установленного срока отгрузки (формула № 21).

Рассмотренная система показателей обладает широким организующим началом, представленным в виде объединяющей цели — определения уровня управления сбытовыми запасами на предприятии. Ее применение позволяет с точки зрения логистических потоков (информационного, материального, финансового) оценить и повысить эффективность управления сбытовыми запасами. И, в конечном итоге, реализовать стратегию ориентации на конкретного потребителя, получить конкурентные преимущества за счет минимизации затрат и, соответственно, увеличить прибыль предприятия.

УДК 629.113/.115.339.187

Посредник — важнейшее звено в системе "производитель—потребитель автомобильной техники"

А.П. ШМЕЛЕВ

Ульяновский моторный завод

В рыночных условиях коммуникационно-сбытовая политика изготовителей любой продукции, в том числе автомобильной техники и ее компонентов, во многом складывается из их отношений (через отношения) с посредническим звеном — дилерами, дистрибьюторами, агентами и т. д. (Достаточно сказать, что, например, такие известные зарубежные автомобилестроительные фирмы, как ФИАТ и "Фольксваген", основную часть выпускаемой продукции (первая — 89, вторая — 94 %) реализуют именно через корпоративно-посреднические звенья товаропроводящей системы.) Причем задачи, определяющие стратегию посредников, все время усложняются. Сейчас они занимаются не только традиционными: рекламой, паблисити, организацией выставок и прямых продаж, но и анализом и прогнозами развития рынков сбыта с целью расширения последних или, наоборот, сокращения и даже возможного ухода с них, а также поиском новых сегментов продаж товаров или сопутствующих услуг. Кроме того, посредник, как правило, является одним из главных действующих лиц на вторичном рынке техники и в сфере ремонтно-восстановительных работ. То есть он становится все более важным звеном, связывающим производителя товара с потребителем. И обеспечивающим прибыль производителю.

С другой стороны, посредничество — бизнес, который, как всякий бизнес, заинтересован в росте собственной прибыли. Поэтому в по-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

следнее время в российском посредническом звене встают вопросы дополнительных ресурсных его возможностей, ведущих к увеличению объема продаж готовой продукции, запасных частей и услуг, а также оплаты услуг посредника предприятием-продуцентом. Ведь если раньше производителя устраивал способ вознаграждения посредника, который заключался в том, что последний оставлял себе в качестве вознаграждения разницу между заводской ценой товара и ценой реализации этого товара на рынка (заводская цена для посредника принималась эксклюзивной, как правило, на 5—10 % ниже отпускной заводской), то сейчас многие предприятия в своих договорных условиях с дилерами в графу "вознаграждение" включают способ "кост-плас", суть которого состоит в следующем: посредник представляет производителю документы, подтверждающие произведенные им расходы, и прилагает к ним счет, увеличенный на определенный, заранее согласованный с производителем и утвержденный им процент от всей суммы расходов. В итоге обе стороны (и производитель, и посредник) ищут пути минимизаций своих расходов, а следовательно, повышения прибыли и рентабельности.

Такова общая ситуация. Чтобы лучше разобраться в ее деталях, проанализируем деятельность достаточно крупной посреднической структуры — ульяновской фирмы "Авторай", которая специализируется на оптовых поставках запасных частей к автомобилям ВАЗ, ГАЗ, ЗИЛ и КамАЗ, а также поставках-продажах автомобилей УАЗ всех модификаций.

Вот характеризующие фирму показатели.

В Ульяновске работают два принадлежащих ей автомагазина по продаже номенклатурных запасных частей; СТО и станция гарантийного ремонта автомобилей УАЗ; на ее территории располагается складской комплекс площадью 5400 м^2, в котором находятся свыше 20 тыс. позиций; заявки потребителей "Авторай" комплектует в среднем на 90—95 % в течение 3—5 дней и организует доставку товара наиболее приемлемыми для потребителя видами транспорта и способами — самовывозом любым автомобильным транспортом, по железной дороге в стандартных (трех-, пяти- и 20-тонных контейнерах, багажом (небольшие партии) по железной дороге или курьерской почтой; учитывая большое число (свыше 50) российских и зарубежных оптовых покупателей, предлагает заказчикам более привлекательный уровень цен на транспортные расходы, используя сборные грузы и распределение затрат на транспорт между несколькими покупателями.

Все это сделало фирму довольно популярной, а ее работу — успешной. Например, ее балансовая прибыль возросла в 2006 г., по сравнению с 2005 г., на ~2,5 млн руб., а средняя рентабельность продаж — на 1,9 %. Правда, анализ показал, что на общем фоне роста значение рентабельности в Северо-Западном, Сибирском, Уральском и Южном регионах хотя и не сильно, но снизилось. Поэтому специалисты по продажам (практически все они — бывшие работники УАЗа и УМЗ) запланировали комплекс мероприятий, которые помогут решить проблему дальнейшей живучести и "процветания" фирмы.

Основой данного комплекса стал обоснованный план продаж, качественное содержание которого во многом напоминает планы продаж крупных торговых домов Англии (заметим, что на многих заводах план продаж до сих пор подменяется понятием "план реализации"). В нем определены емкость рынка, единицы и объемы, а также методы продаж; условия оплаты и формы платежей; системы поставок (логистики поставок); стимулирование продаж.

Каждый из этих пунктов, очевидно, сам по себе имеет важное значение в его общей составляющей.

К примеру, с рядом оптовых фирм "Авторай" работает на условиях оплаты после отгрузки товара, (типичный пример — московское ООО "Галс-Авто"). К определению понятия "единицы и объемы продаж", скорее всего, подойдет выражение "оптом, мелким оптом". Товар будет доставлен клиенту в тех объемах и таким видом транспорта, какой для него будет наиболее доступен в ценовом и других выражениях. К этой категории относится сформировавшееся звено перекупщиков, собирающих заказы для своих клиентов, и юридические лица, имеющие магазины в Ульяновской области и прилегающих к ней регионах (Чувашия, Мордовия, Татарстан и т. д.).

Тщательнейшим образом специалисты фирмы "Авторай" подходят к логистике поставок: на расчетной основе определяют транспортные маршруты поставок, вид транспорта и стоимость работ у различных перевозчиков, возможную встречность или кооперирование поставок и т. д. Занимается этим группа менеджера по логистике поставок.

С особым вниманием составлены такие разделы плана, как "метод продаж" и "стимулирование продаж". В частности, методы продаж основываются на тех формах заключения договоров и их правовой базе, которые складываются (сложились) в конкретном регионе на момент заключения контракта (например, речь даже может пойти о встречных поставках и их разновидности — бартерном обмене). В стимулировании сбыта основополагающим звеном считается "донесение информации" о товаре методом "прямых продаж". В этой связи на фирме сейчас акцентируют внимание на организации выставок, ярмарок и т. д. именно в тех регионах, где рентабельность продаж снизилась.

Область коммуникационной и сбытовой политики фирмы охвачена исследованиями и прогнозированием в широком диапазоне. В частности, рассматриваются и анализируются целевые аудитории потребителей. Так, учитывается, что государственные унитарные предприятия по-прежнему имеют достаточно большие автомобильные парки. Причем состоят они, как правило, из автомобилей УАЗ, ГАЗ, ЗИЛ, КамАЗ и УАЗ. И эти парки используются в рабочих целях, поэтому такие АТП запасные части закупают часто. В результате доля общего объема продаж запасных частей в них составляет ~30 %. Но самая большая аудитория — частные фирмы: доля их закупок достигает 50 %. Поэтому с такими аудиториями, особенно второй, проводится особо трудоемкая и тщательная работа.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Причем ее важнейший элемент — персональное и многогранное досье на каждую из закупающих фирм. Это, во-первых, карта (паспорт) фирмы, в которой содержится базовая информация о партнере (общая и производственная характеристика; финансовое положение и т. д.). Во-вторых, производный от карты портрет покупателя (к примеру, психографические типы: традиционалисты; обыватели и т. д.). В-третьих, анализ взаимоотношений с потребителем.

Все это, безусловно, крайне важно для кратко-, средне- и долгосрочных прогнозов конъюнктуры рынков. Но главное достижение фирмы в области формирования коммуникационно-сбытовой политики — та уже освоенная линейка методов прогнозирования, которая помогает осуществлять практические действия. В ее состав входят методы экстраполяции, экспертных оценок, корреляционно-регрессионного анализа и балансовый. Причем применяют их комплексно, что гарантирует максимальный эффект прогнозирования.

Все виды прогнозов дают главную информацию, которая затем анализируется и систематизируется в виде базы данных. Эта база включает характеристики важных для фирмы показателей, что особенно актуально при территориальном прогнозировании. Например, в последнем случае это такие характеристики, как географические (территория); плотность населения на 1 км^2; число районов, городов, поселков; население; доли городских и сельских жителей; удаленность от филиалов "Авторая" и СТО); демографические (возрастная структура населения) и экономические признаки (месячный среднедушевой денежный доход, среднемесячная зарплата одного работающего; покупательская способность среднедушевого дохода).

Данные, отражающие относительную потребность в автомобилях и запасных частях к ним, как правило, есть и в базах ГИБДД региона, и различных организаций, занимающихся коммерческой деятельностью по изучению рынков сбыта по направлениям и оказанию информационных и других услуг (аутсорсинговые фирмы, специальные информационно-консалтинговые фирмы и др.). И "Авторай" это использует: в числе показателей, включаемых в его базу данных, есть показатели "Относительная обеспеченность по базе данных ГИБДД", "Относительная обеспеченность по базе данных такой-то фирмы" и т. д.

Например, анализируя принятые за основу эти и другие показатели, специалисты фирмы "Авторай" сделали вывод: наиболее перспективными с точки зрения динамики развития торговых отношений являются рынки Татарстана и Чувашии (следует заметить, что эти регионы граничат с такими весьма самодостаточными субъектами Федерации, как Республика Марий-Эл, Кировская область, Башкортостан, где реальная потребность в автомобилях УАЗ и запасных частях к ним также достаточно велика).

Анализ работы ООО "Авторай" показывает, что ранжирование рынков сбыта удобно выполнять с помощью балльного метода. Для чего составляется матрица, где по строкам расположены данные о рынках, а по столбцам — "весовые" коэффициенты рынков. Сумма весовых коэффициентов покажет, какие рынки более благоприятны с точки зрения условий работы на них, а какие — менее.

Но в ряде случаев модель прогноза сбыта специалисты "Авторая" дополнили второй моделью прогноза — так называемым радаром конкурентоспособности (рисунок), разработанным в свое время Ульяновским моторным заводом и специалистами ОАО "АСМ-холдинг".

ВНИМАНИЕ!

Напоминаем: направлять статьи и вести переписку с редакцией быстрее и удобнее с помощью электронной почты.
Наш адрес: avtoprom@mashin.ru

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

АСМ-факты

В московском выставочном комплексе "Крокус Экспо" прошел второй **"Международный автомеханический салон"**, составной частью которого стала международная специализированная выставка **"АТиМ-2008"**, организованная ОАО "Автосельхозмаш-холдинг" и охватывающая все сферы производства автомобилей, автокомпонентов и послепродажного обслуживания автомобилей на протяжении полного жизненного цикла (от проектирования до утилизации).

В частности, в разделе *"Автомобильные технологии и материалы"* были представлены: литье, штамповка, термообработка, сварка, упрочнение, металлургия, механообработка, сборка, окраска, отделка, быстрое прототипирование, технологии CALS, CAD, CAM и CAE, гибкие автоматизированные производства, автоматизированные системы управления отдельными технологическими процессами и производством в целом, роботизация, сертификация, контроль и испытания, металлы, композиты, пластмассы, кожа, стекло, керамика, экология и утилизация; в разделе, *"Запасные части и аксессуары"*: агрегаты, узлы и детали к автомобилям, автомобильные системы и модули, изделия электрооборудования и автоэлектроники, навигационные системы, охранные сигнализации и противоугонные системы, тюнинг, аудио, видео, телекоммуникации, кондиционеры; в разделе *"Шины, РТИ и аккумуляторные батареи"*: шины и колеса для автомобилей всех типов и моделей, автомобильные резинотехнические изделия, аккумуляторные батареи и зарядные устройства; в разделе *"АЗС, автомобильные топлива, масла, смазки, охлаждающие жидкости"*: оборудование, приборы и инструмент для автозаправочных станций, бензин, дизельное топливо, газ, масла для двигателей и трансмиссионные, антифризы; в разделе *"Оборудование и инструмент для послепродажного обслуживания"*: ремонтное, гаражное, автосервисное оборудование и инструмент, средства диагностики, шиномонтажные стенды.

В рамках выставки также состоялись Конгресс технологов автомобилестроения и Московский международный форум.

В **Конгрессе технологов** приняли участие представители большинства отечественных автомобильных заводов, отраслевых вузов и властных структур, а также специалисты зарубежных фирм, разрабатывающих и поставляющих оборудование, материалы и технологии. Доклады российских специалистов были посвящены перспективам развития отечественного станкостроения и новейшему оборудованию для автомобильной промышленности, современной стратегии технологического оснащения предприятий ОАО "КАМАЗ", опыту применения ИК-Фурье-спектрометрии в исследовании качества материалов, разработке технологии расчета и производства виброшумопоглощающих полимерных материалов, оптимизации режимов механической обработки дисперснонаполненных полимерных композитов, системе обеспечения качества, внедренной в ОАО "ИжАвто", прогрессивным технологиям изготовления лонжеронов рам грузовых автомобилей ЗИЛ, применению боросодержащих сталей для деталей автомобиля ВАЗ, внедрению новой технологии изготовления шестерен главных пар ведущих мостов автомобилей ГАЗ, обработке композиционных материалов в автомобилестроении и др.

Представители зарубежных фирм сделали сообщения о новых тенденциях в автомобильной сборке ("Атлас Копко"), использовании инновационных технологий "Хенкель" при локализации "промышленной сборки" иностранных автомобилей в России, вырубных прессах фирмы "Чейса" (Италия) для изготовления заготовок автомобильных сидений, обшивки салона, фасонных прокладок и уплотнений, порошковых покрытиях "Рислан" в автомобильной промышленности и др.

Московский международный форум в этот раз был озаглавлен **"Автокомпоненты-2008"** и посвящен развитию производства автокомпонентов в России. На форуме были заслушаны доклады о развитии рынка автокомпонентов, формировании кластера автокомпонентов в Санкт-Петербурге, Самарской и Нижегородской областях, об опыте работы и современной продукции отечественных, зарубежных и совместных предприятий "Прамо", "Автоприбор", ШААЗ, НПО "РОСТАР", НП "Завод Искож", ПНТЗ, "Северсталь-метиз", ДААЗ, "Фритекс", "Автрамат", "Магна" и др., а также о продвижении продукции российских производителей на мировой автомобильный рынок.

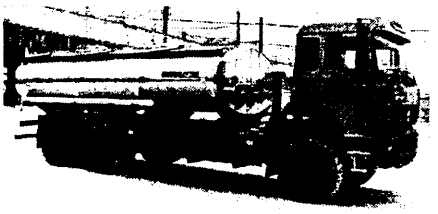
●

Автомобильный завод "Урал" и завод "Старт" (Курганская область) совместно разработали новый автомобиль для перевозки пищевых жидкостей.

Пищевые цистерны автомобили "Урал" устанавливались и ранее, однако вместимостью не более 10 м³ и только на шасси высокой проходимости. Новинка же рассчитана на перевозку 13,5 м³ жидкостей и базируется на шасси "Урал-63685" "дорожного" семейства.

Термоизолированная (пенопластом ПФР) цистерна — трехсекционная. Для наполнения, дезинфекции и осмотра внутренней поверхности корпуса каждая из секций имеет свою горловину, закрываемую термоизолированной крышкой. Трубопроводы наполнения-слива эффективно защищены от обмерзания в зимнее время, а их выводы размещены в герметичном "отсеке обслуживания". Цистерна оборудована поручнями и удобными площадками обслуживания с перфорированной нескользкой поверхностью.

Базовое шасси — "Урал-63685-6111-21" колесной формулы 6×4 (полная масса автомобиля — до 27,1 т) с дизелем ЯМЗ-7511 мощностью 400 л. с. Однако по требованию заказчика автоцистерна может быть установлена и на шасси с менее мощным двигателем — ЯМЗ-7601 (300 л. с.).



Производство "дорожных" грузовых автомобилей на АЗ "Урал" освоено в 2006 г., а в 2007-м к активному освоению шасси семейства "Урал-63685" под размещение различного навесного оборудования приступили производители спецтехники. Так, уже созданы не имеющий аналогов автокран грузоподъемностью 40 т, сортиментовозы, автобетоносмесители, металловозы, самосвалы с трехсторонней разгрузкой и др.

По информации пресс-службы АЗ "Урал"

●

В рамках выставки "Автофорум 2008" в Нижнем Новгороде 4 июня 2008 г. ОАО "Автосельхозмаш-холдинг" проведет традиционную конференцию автопроизводителей, автодилеров и других участников российского автомобильного рынка.

Тема конференции — **"Совершенствование качества автомобилей в соответствии с требованиями европейских стандартов по экологии и безопасности"**. Цель — обсудить состояния проблем и перспектив совершенствования качества российских автомобилей в соответствии с требованиями европейских стандартов по экологии и безопасности; определить наиболее эффективные пути привлечения инвестиций в развитие автомобильной промышленности России и ускорения ее интеграции в мировой автопром; деловые контакты участников для формирования устойчивых бизнес-связей.

В качестве докладчиков приглашены руководящие работники федеральной и региональной исполнительной власти, руководители предприятий — производителей автотранспортной техники и автокомпонентов, специалисты отраслевой науки, представители зарубежных фирм, банков, инвестиционных и лизинговых компаний.

Информация оргкомитета конференции — на сайте: www.asm-holding.ru

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 662.6/.8

Метиловый эфир рапсового масла — новое топливо для отечественных автомобильных дизелей

Доктора техн. наук В.А. МАРКОВ и С.Н. ДЕВЯНИН,
А.А. ЗЕНИН, В.Н. ЧЕРНЫХ

МГТУ имени Н.Э. Баумана,
МГАУ имени В.П. Горячкина,
ЗАО "Маслопродукт"

Принятая в 2003 г. Директива 2003/30/ЕС "О содействии использованию биогорючего и других видов горючего на транспорте"' ставит задачу расширения использования биотоплив в странах ЕС и постепенной замены ими нефтяных моторных топлив. При этом в качестве основного сырья для производства таких топлив называют растительные масла, прежде всего, получаемые из рапса. Хотя для производства биодизельного топлива в других странах и регионах применяют многие другие масличные растения. Например, в США — сою, в Индонезии и на Филиппинах — плоды пальмы, в Индии — ятрофу, в Африке — сою, ятрофу, в Бразилии — бобы кастора, в Китае, Японии, Индонезии — арахис. Кое-где биодизельное топливо получают из подсолнечного масла. Для России наиболее подходящим исходным продуктом считается, по мнению специалистов, именно рапс. Он в средней полосе дает неплохие (15—17 ц/га) урожаи, масличность его семян составляет 40—50 %, а получаемый при производстве рапсового масла жмых представляет собой весьма ценный белковый корм для животных. Очень важно и то, что рапсовое масло применяют и как самостоятельное топливо для дизелей, и в смесях с дизельным топливом, и перерабатывают его в метиловый эфир, используемый или как самостоятельное биотопливо, или в смеси с топливом дизельным. Чтобы превратить рапсовое масло в моторное топливо, возможны два пути — децентрализованное и централизованное его производство. Первый из них — простейший и сводится к фильтрованию масла либо использованию его смеси с дизельным топливом.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Преимущества децентрализованного получения топлива очевидны: экологическая чистота и небольшие энергозатраты на организацию процесса получения горючего, сокращение транспортных расходов (топливо обычно применяется непосредственно на месте его производства — в фермерских хозяйствах, агропромышленных предприятиях и др.), сохранение рабочих мест в сельскохозяйственных регионах. Правда, дизели в этом случае приходится хотя и незначительно, но все-таки дорабатывать.

Централизованное производство предусматривает получение из рапсового масла его метилового эфира, который подходит для дизелей любых марок и моделей. Поэтому в Германии, к примеру, в настоящее время наиболее распространен второй путь: здесь уже работают 800 заправочных станций, где предлагается биодизельное топливо, представляющее собой смесь 95 % дизельного топлива и 5 % метилового эфира рапсового масла, а на состоявшейся в ноябре 2005 г. в Магдебурге международной конференции представитель концерна "ДаймлерКрайслер" сообщил, что все автомобили, выпускаемые концерном, подготовлены к работе на топливах, содержащих 10 % такого биотоплива. Кроме того, в стране проведен ряд исследований по адаптации дизелей различного назначения на биотопливе B20 (смесь 80 % дизельного топлива и 20 % метилового эфира).

В России начало широкомасштабного промышленного производства биодизельного топлива намечено на 2009 г. При этом в соответствии с ГОСТ Р 52368—2005 "Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия" такое топливо должно содержать не более 5 % метилового эфира рапсового масла. Есть и некоторые технические заделы. В частности, проведены исследования дизелей, работающих на смесях дизельного топлива и метилового эфира различного состава. Однако нельзя не признать, что проблема использования таких смесей в отечественных дизелях остается все еще недостаточно изученной. Поэтому авторы надеются, что рассматриваемые ниже результаты выполненных ими исследований дизеля Д-245.12С (4 ЧН 11/12,5) Минского моторного завода представят определенный интерес для читателей.

Данный двигатель имеет камеру сгорания типа ЦНИДИ, оснащен турбокомпрессором ТКР-6 Борисовского завода автоагрегатов и рядным ТНВД чешской фирмы "Моторпаль" (мод. PP4M10U1f) с диаметром и ходом плунжеров, равными 10 мм, форсунками ФДМ-22 с распылителями "Моторпаль DOP 119S534", выполненными с пятью распыливающими отверстиями диаметром 0,34 мм и суммарной эффективной площадью распыливания 0,25 мм^2. Давление начала впрыскивания в ходе исследований составляло $p_{фо}$ = 21,5 МПа (215 кгс/см^2), в качестве топлива применяли смеси дизельного топлива с метиловым эфиром рапсового масла, полученным на одном из заводов Германии из рапса, который выращен в России. Физико-химические свойства этого эфира соответствовали требованиям EN 14214:2003 "Автомобильные топлива. Метиловые эфиры жирных кислот (ГАМЕ) для дизельных двигателей. Требования и методы испытаний". (Некоторые из свойств исходных дизельного топлива и метилового эфира, а также их смесей приведены в табл. 1.)

В процессе экспериментальных исследований определялись основные показатели дизеля и рассчиты-

Таблица 1

Физико-химические свойства	Топлива						
	дизельное	метиловый эфир рапсового масла	95 % дизельного топлива + 5 % метилового эфира рапсового масла	90 % дизельного топлива + 10 % метилового эфира рапсового масла	80 % дизельного топлива + 20 % метилового эфира рапсового масла	60 % дизельного топлива + 40 % метилового эфира рапсового масла	40 % дизельного топлива + 60 % метилового эфира рапсового масла
Плотность при 293 К (20 °С), кг/м^3	830	877	832	835	839	848	858
Кинематическая вязкость при 293 К (20 °С), мм^2/с	3,8	8	3,94	4,09	4,41	5,2	6,0
Коэффициент поверхностного натяжения при 293 К (20 °С), Н/м	27,1	30,7	—	—	—	—	—
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	42,5	37,8	42,27	42,03	41,56	40,62	39,68
Цетановое число	45	48	—	—	—	—	—
Температура самовоспламенения, К (°С)	523 (250)	503 (230)	—	—	—	—	—
Температура помутнения, К (°С)	248 (−25)	260 (−13)	—	—	—	—	—
Температура застывания, К (°С)	238 (−35)	252 (−21)	—	—	—	—	—
Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг топлива, кг	14,3	12,6	14,24	14,16	13,98	13,63	13,26
Содержание, масс. %:							
углерода	87,0	77,5	86,5	86,1	85,1	83,2	81,3
водорода	12,6	12,0	12,6	12,5	12,5	12,4	12,2
кислорода	0,4	10,5	0,9	1,4	2,4	4,4	6,5
Общее содержание серы, масс. %	0,20	0,002	0,19	0,18	0,16	0,12	0,08
Коксуемость 10 % остатка, масс. %	0,2	0,3	—	—	—	—	—

Примечание: знак "—" означает, что свойства не определялись.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

вались интегральные удельные массовые выбросы токсичных компонентов на режимах 13-ступенчатого испытательного цикла. Топливную экономичность оценивали по удельному эффективному расходу топлива и эффективному КПД (табл. 2).

Как видим, увеличение содержания метилового эфира в смесевом биотопливе ведет к некоторому росту часового расхода последнего. Причина — несколько бóльшая, чем у дизельного топлива, плотность (830 и 877 кг/м^3 соответственно), меньшие теплота сгорания и количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг топлива. Поэтому при повышении содержания эфира в смесевом биотопливе крутящий момент дизеля и коэффициент избытка воздуха изменяются незначительно.

Из-за меньшей теплоты сгорания эфира при увеличении его содержания в смесевом биотопливе отмечен рост удельного эффективного расхода топлива. Однако эффективный КПД при увеличении содержания эфира в диапазоне от нуля до 20 % изменялся не более чем на 1 %. Правда, при дальнейшем росте содержания эфира (до 40 и 60 %) эффективный КПД становился заметно больше, что свидетельствовало о повышении эффективности сгорания таких смесевых топлив.

Повышение концентрации эфира в смесевом топлива снижает коэффициент дымности отработавших газов, причем существенно.

Так, при монотонном росте доли эфира от нуля до 60 % дымность столь же монотонно уменьшается. В частности, на режиме максимальной мощности при n = 2400 мин$^{-1}$ — в 2,6 раза (с 18 до 7 % по шкале Хартриджа), на режиме максимального крутящего момента при n = 1500 мин$^{-1}$ — в 2,5 раза (с 21 до 8,5 % по шкале Хартриджа), на режиме минимальной частоты вращения (n = 1080 мин$^{-1}$ — в 2 раза (с 36 до 18 % по шкале Хартриджа). Причина известна: наличие в составе метилового эфира ~10 % кислорода, участвующего в процессе окисления углеводородов топлива.

Присутствие эфира в смесевом топливе оказывает также заметное влияние на выбросы оксидов азота и монооксида углерода. Например, при увеличении его содержания с нуля до 20 % удельный массовый выброс оксидов азота уменьшился на 10,2 % — с 7,286 до 6,542 г/(кВт · ч), а при его увеличении до 40 и 60 %, наоборот, отмечен некоторый рост выброса (соответственно до 7,44 и 7,759 г/(кВт · ч)), что превышает этот показатель при работе на дизельном топливе (7,286 г/(кВт · ч)). Это объясняется более высокими максимальными температурами сгорания, обусловленными ростом эффективности сгорания таких смесевых топлив. При доведении содержания эфира с нуля до 60 % удельный массовый выброс монооксида углерода e_{CO} монотонно снижается с 2,834 до 1,932 г/(кВт · ч), т. е. почти в 1,5 раза.

Зависимость удельных массовых выбросов несгоревших углеводородов от содержания метилового эфира рапсового масла в смесевом топливе имела более сложный характер.

Так, при увеличении доли эфира с нуля до 5 % выброс углеводородов уменьшился на 12,2 % (с 0,713 до 0,626 г/(кВт · ч)), но при доведении этой доли до 20 % он, напротив, возрос до 0,727 г/(кВт · ч), т. е. практически до исходного значения (e_{CH_x} = 0,713 г/(кВт · ч)). Но уже при 40 и 60 %-й доле эфира выброс несгоревших углеводородов вновь несколько снизился (до 0,692 и 0,681 г/(кВт · ч) соответственно), что также

Таблица 2

Показатели дизеля	Объемная концентрация метилового эфира рапсового масла в смесевом биотопливе, %					
	0	5	10	20	40	60
Часовой расход топлива, кг/ч, на режиме:						
максимальной мощности	19,13	19,45	19,76	19,76	20,02	20,43
максимального крутящего момента	12,30	12,50	12,54	12,68	12,98	13,16
Крутящий момент, Н·м, на режиме:						
максимальной мощности	306	306	310	308	308	309
максимального крутящего момента	351	356	350	349	351	355
Коэффициент избытка воздуха на режиме:						
максимальной мощности	2,13	2,09	2,06	2,08	2,06	2,07
максимального крутящего момента	1,64	1,62	1,62	1,62	1,61	1,62
Удельный эффективный расход топлива г/(кВт · ч), на режиме:						
максимальной мощности	249,2	252,9	253,8	255,32	258,5	262,2
максимального крутящего момента	223,2	223,7	228,0	30,6	234,7	236,0
Эффективный КПД на режиме:						
максимальной мощности	0,340	0,337	0,337	0,339	0,343	0,346
максимального крутящего момента	0,379	0,381	0,376	0,376	0,378	0,384
Дымность отработавших газов, %, на режиме:						
максимальной мощности	18,0	18,0	13,5	11,0	10,0	7,0
максимального крутящего момента	21,0	17,0	16,0	13,0	7,5	8,5
минимальной частоты вращения	36,0	24,0	22,5	25,0	22,0	18,0
Интегральный удельный выброс, г/(кВт · ч):						
оксидов азота	7,286	6,894	6,718	6,542	7,441	7,759
монооксида углерода	2,834	2,234	2,199	2,096	2,021	1,932
углеводородов	0,713	0,626	0,658	0,727	0,692	0,681

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

свидетельствует о повышении эффективности сгорания этих смесевых топлив.

Таким образом, экспериментальные данные показывают, что при работе дизеля Д-245.12С на дизельном топливе он явно "не укладывается" в нормы "Евро-2" по оксидам азота: у него e_{NO_x} = 7,286 г/(кВт · ч), тогда как должно быть не больше 7,0 г/(кВт · ч). Однако, если в него добавить 5, 10 или 20 % метилового эфира рапсового масла, выброс оксидов азота снизится до требуемых значений.

По остальным же нормируемым газообразным токсичным компонентам (монооксид углерода, углеводороды) требования норм "Евро-2" обеспечиваются как при работе данного дизеля на дизельном топливе, так и на всех исследованных смесях.

Что касается выбросов твердых частиц, то их, к сожалению, при экспериментальных исследованиях из-за отсутствия необходимой измерительной аппаратуры не определяли. Но известно, что основной компонент этих частиц — сажа. В связи с чем можно предположить, что отмеченное при испытаниях заметное (в 2—2,6 раза) снижение дымности отработавших газов при добавлении в дизельное топливо метилового эфира позволит сократить и их выбросы.

Из всего сказанного следует: показатели дизеля Д-245.12С при его работе на смесях заметно улучшаются. Причем даже незначительная (5—10 %) добавка метилового эфира рапсового масла в дизельное топливо позволяет заметно снизить токсичность отработавших газов отечественных автомобильных дизелей без внесения в их конструкцию каких-либо изменений. Поэтому использование данной добавки в качестве кислородсодержащей присадки к дизельному топливу становится делом более чем реальным.

УДК 629.113-585.2

Выбор оптимальной удельной мощности двигателя городского автобуса

Д-р техн. наук А.Н. НАРБУТ, М.Ю. ИВАНОВ

МАДИ (ГТУ)

Проблема выбора необходимой для проектируемого автомобиля удельной мощности двигателя исследована достаточно полно. Отработаны и методы ее решения. Самый простой и доступный из них — ориентация на наиболее совершенные автомобили-аналоги. Но есть и другие, опирающиеся на выводы теории. Например, метод определения удельной мощности двигателя с помощью КПД автомобиля, предложенный А.А. Токаревым. Однако в отношении больших городских автобусов данная проблема не только не решена, но до сих пор и не изучена в полной мере. Их создатели, как правило, устанавливают на такие автобусы дизели, твердо зная, что дизель всегда экономичнее и экологичнее бензинового двигателя такой же мощности.

Но городской автобус — очень специфическое транспортное средство. Он, в отличие от автомобиля, на маршруте делает довольно много заранее запланированных, т. е. обязательных, остановок. Причем расположенных достаточно близко одна от другой. То есть его движение, по сути, состоит из разгонов и торможений. В связи с этим зачастую очень трудно понять, что для него важнее — способность к интенсивному разгону или возможно меньший расход топлива. Тем более что по данному вопросу существует несколько точек зрения.

Так, для эксплуатирующих организаций главное — расход топлива: от него во многом зависят эксплуатационные затраты — важнейшая из составляющих себестоимости пассажироперевозок. Отсюда и дизелезация автобусов. Конструкторы же считают, что улучшение интенсивности разгона городского автобуса не имеет первостепенного значения: он должен двигаться от остановки до остановки по расписанию. Но есть еще и третья сторона — потребитель (пассажир). С его точки зрения автобус должен двигаться быстро, чтобы потери времени на дорогу у него были возможно меньшими.

Вот почему и возникает вопрос: возможно ли инженерное решение, удовлетворяющее названным точкам зрения?

Чтобы ответить на него, в МАДИ (ГТУ) провели расчеты тягово-скоростных свойств и топливной экономичности больших городских автобусов, типа ЛиАЗ-5256, оснащенных дизелями различной удельной мощности. При этом внешние скоростные характеристики последних были описаны в виде полинома второй степени, масса автобуса — принята равной 17 600 кг, передаточные числа главной передачи — выбраны с учетом максимального использования характеристик двигателя на высшей прямой передаче; базовые показатели тягово-скоростных свойств и топливной экономичности были взяты в соответствии с требованиями ТУ 37.205.058—2002 (максимальная скорость v_{max} автобуса — 70 км/ч, время $t_{P_{60}}$ его разгона с места до скорости 60 км/ч — 31 с, путевой рас-

Таблица 1

$N_{уд}$, кВт/т	v_{max}, км/ч	$t_{P_{40}}$, с	$t_{P_{60}}$, с	$Q_{P_{40}}$, л/100 км	$Q_{S_{40}}$, л/100 км	$Q_{P_{60}}$, л/100 км	$Q_{S_{60}}$, л/100 км
5	80	21,0	54,1	69,4	13,0	45,8	15,9
10	107	10,1	21,8	146,3	16,7	92,1	18,0
15	126	6,8	14,0	226,5	19,4	142,6	20,2
20	140	5,3	10,5	308,5	21,0	192,4	23,7

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

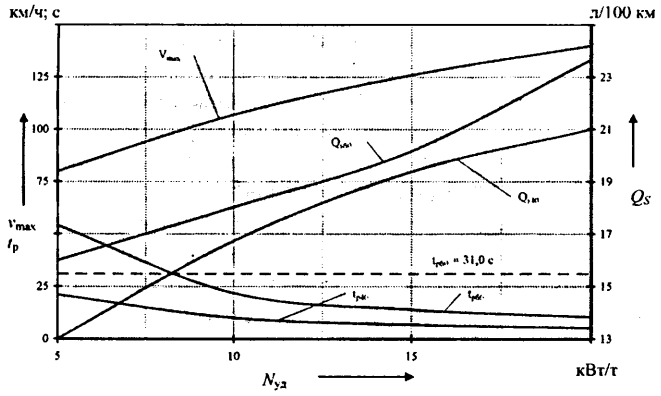


Рис. 1. Показатели скоростных свойств и топливной экономичности городских автобусов с разной удельной мощностью двигателя

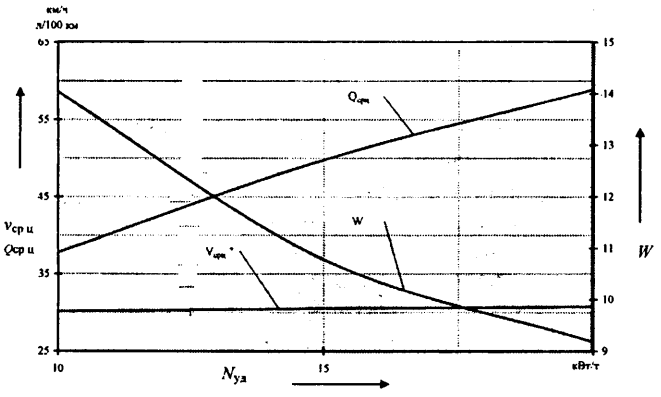


Рис. 2. Показатели городского цикла для городских автобусов с разной удельной мощностью двигателя

ход $Q_{S_{40}}$ на скорости 40 км/ч — 21 л/100 км и на скорости 60 км/ч — 26 л/100 км).

Результаты расчетов приведены на рис. 1 и в табл. 1. Они позволяют определить, какие значения удельной мощности вообще пригодны для рассматриваемого автобуса.

Так, из рис. 1 следует, что с точки зрения v_{max}, $Q_{S_{40}}$ и $Q_{S_{60}}$ вполне подходят все мощности двигателей, приведенные в табл. 1: они меньше оговоренных ТУ.

А вот с точки зрения $t_{p_{60}}$ удельная мощность не должна быть меньше 8,3 кВт/т. Или, учитывая, что расчеты выполнялись для идеальных условий, не менее 10 кВт/т.

Но этого недостаточно. Чтобы найти оптимальное значение $N_{уд}$, необходимо определить, какие показатели при эксплуатации автобуса являются основными и как изменение $N_{уд}$ влияет на них.

Это прежде всего наиболее используемые скорости движения автобуса. Определяли их тестированием автобусов ЛиАЗ-5256 в Москве. В результате была составлена табл. 2, в которой отражено распределение (в %) времени работы двигателя на различных режимах движения автобуса.

Как из нее видно, в условиях интенсивного городского движения наиболее значительную часть времени скорость автобуса не превышает 50 км/ч. При этом он,

Таблица 2

Задний ход	$v = 0$	$v =$ = 22 км/ч	$v =$ = 22÷32 км/ч	$v =$ = 32÷50 км/ч	$v >$ > 50 км/ч
0,4	35,7	29,0	14,3	17,6	3,0

Таблица 3

$N_{уд}$, кВт/т	$v_{ср_ц}$, км/ч	$\Delta v_{ср_ц}$, %	$Q_{s_ц}$, л/100 км	$\Delta Q_{s_ц}$, %	$W_{уд}$	$\Delta W_{уд}$, %
10	30,15	—	37,8	—	14,04	—
15	30,51	1,16	49,8	31,8	10,78	76,8
20	30,74	1,96	58,9	55,8	9,18	65,4

очевидно, работает, в основном, на понижающих передачах, т. е. с большим расходом топлива. В связи с чем за основу расчетов лучше принять именно показатели топливной экономичности, а не тягово-скоростных свойств, так как при небольших скоростях все разгонные свойства не могут быть полностью реализованы.

При таком подходе оказывается, что, например, для $N_{уд}$ = 20 кВт/т время разгона до 40 км/ч будет на 47,52 % меньше, чем при $N_{уд}$ = 10 кВт/т, а до 60 км/ч — на 51,83 %.

Как видим, выигрыш для пассажира весьма существенный. Правда, с ростом $N_{уд}$ увеличивается расход топлива. Но этот рост, по расчетам, при равномерном движении не катастрофический: для $N_{уд}$ = 20 кВт/т и скорости 40 км/ч он равен 25,45 %, а при 60 км/ч — 31,28 %. Правда, разница в расходах при разгонах до тех же 40 и 60 км/ч уже значительная и составляет 110,87 и 108,90 % соответственно.

Однако для городских автобусов еще более важным критерием оценки топливной экономичности является не мгновенный, а средний расход топлива в городском цикле, который, согласно ГОСТ 20306—90, подсчитывается по следующему алгоритму: сначала рассчитывают средние скорости и расходы топлива в шести составляющих цикла, затем — среднюю скорость $v_{ср_ц}$ и расход топлива $Q_{S_ц}$ в городском цикле с учетом коэффициентов весомости каждого подцикла и, наконец, определяют комплексный критерий — удельную производительность (рассчитывается по формуле $w_{уд} = m_а v_{ср_ц} / Q_{S_ц}$).

Результаты такого расчета иллюстрируют табл. 3 (в ней в качестве базовых взяты параметры дизеля с $N_{уд}$ = 10 кВт/т) и рис. 2.

Разумеется, автобус с $N_{уд}$ = 20 кВт/т имеет большую среднюю скорость прохождения цикла, но этот выигрыш ничтожно мал и составляет, по сравнению с $N_{уд}$ = 10 кВт/т, всего лишь 1,96 %. Однако средний путевой расход топлива оказывается выше на 55,8 %, а удельная производительность — ниже на 34,6 %. Это доказывает нецелесообразность применения больших удельных мощностей для городских автобусов.

Таким образом, согласно расчетам, на больших городских автобусах предпочтительно применять двигатели с минимальной возможной удельной мощностью.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Например, для автобуса, аналогичного ЛиАЗ-5256, в городах, не имеющих крутых подъемов, лучше использовать дизель с $N_{уд}$ = 10 кВт/т. Потому что при $N_{уд}$ = 10 кВт/т автобус может преодолевать подъем с i = 0,04 на скорости 60 км/ч или с i = 0,06 — на скорости 40 км/ч. Если подъемы круче, то и $N_{уд}$ должна быть больше. Другими словами, приобретая автобус, владелец транспортного предприятия должен исходить из очень простого принципа: чтобы минимизировать расходы на топливо, удельная мощность автобуса не должны быть больше той, которая необходима на конкретном городском маршруте.

УДК 629.113/.115.62-71

Двигатель—ГМП—ретардер. Опыт совместного охлаждения

Ю.И. НИКОЛАЕВ, В.С. ГРИНЮК, В.Н. ГОРЕЙКО, А.Н. ЯЧНИК

МЗКТ

Опыт работы Минского завода колесных тягачей с отечественными и зарубежными потребителями автомобильной техники свидетельствует о все возрастающем спросе на автомобили большой грузоподъемности, оснащенные дополнительным гидротормозом — ретардером, который позволяет автомобилю эффективно преодолевать на безопасной скорости спуски большой протяженности, предохраняя тормозные механизмы от перегрева. Другими словами, потребителю нужны автомобили, на которых реализован наиболее эффективный из известных на сегодня способов торможения, при котором такие устройства, как основной и моторный тормоза, а также ретардер, используются комплексно.

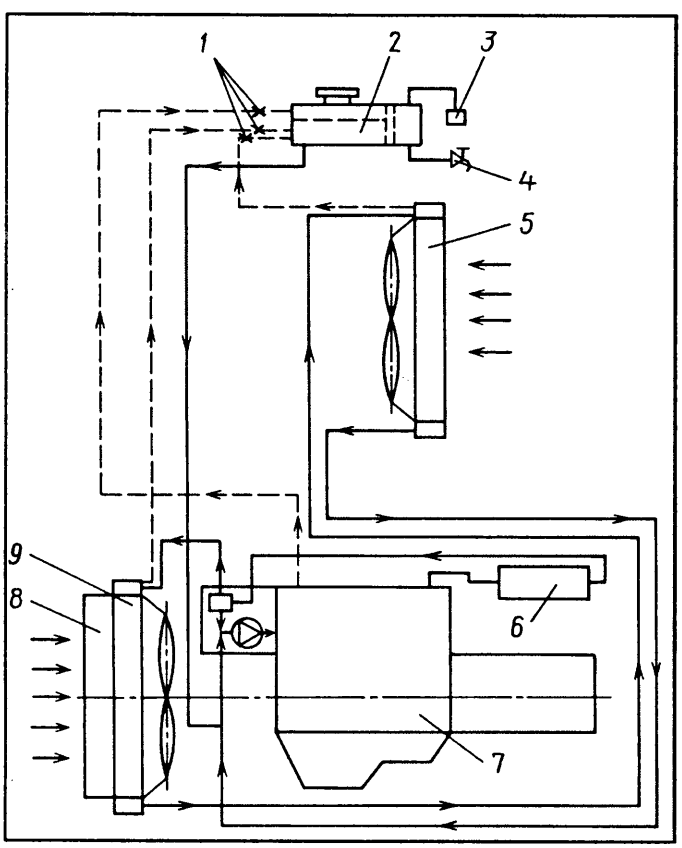


Схема системы охлаждения ГМП и двигателя:
1 — дроссели; *2* — двухсекционный расширительный бачок; *3* — паровоздушный клапан; *4* — кран слива конденсата; *5* — боковой радиатор; *6* — теплообменник ГМП; *7* — двигатель; *8* — радиатор охлаждения наддувочного воздуха; *9* — передний радиатор; *сплошные линии* — движение охлаждающей жидкости; *штриховая линия* — движение пара

Естественно, производители большегрузных автомобилей стараются выполнить это требование. Причем решают данную задачу одним из двух способов: либо оборудуют АТС гидромеханической передачей со встроенным в нее ретардером, либо пристраивают к обычной механической коробке передач или ГМП дополнительный отдельный узел — ретардер.

На МЗКТ применяют первый способ. Правда, его внедрение потребовало определенной доработки АТС. Дело в том, что тормозная сила, создаваемая ретардером, зависит от уровня заполнения маслом его рабочей полости. При торможении это масло нагревается тем сильнее, чем больше тормозная сила и время непрерывного торможения. Чтобы рассеять создаваемую тепловую энергию, на МЗКТ применяют систему охлаждения, в состав которой входит (рисунок) водомасляный теплообменник, последовательно включенный в малый контур циркуляции охлаждающей жидкости двигателя со 100%-м расходом жидкости через него.

Таким образом, при данной схеме водовоздушный радиатор включен в контур низких давлений (до 0,4 МПа, или 4 кгс/см^2) и температур (до 383 К, или 110 °С) охлаждающей жидкости, что значительно повышает его долговечность.

В охлаждаемый контур с высокими давлением и температурой рабочей жидкости (масла) включен более прочный водомасляный теплообменник.

При работе ретардера, т. е. движении автомобиля на спуске, количество теплоты, отводимой от двигателя, заметно уменьшается, а частота вращения коленчатого вала поддерживается близкой к номинальной. Все это благоприятно сказывается на работе системы охлаждения, так как подача водяного насоса и эффективность вентилятора зависят именно от частоты вращения коленчатого вала.

Вся теплота, которая снимается охлаждающей жидкостью в водомасляном теплообменнике, подается в радиаторы системы охлаждения двигателя, где и рассеивается в воздухе, подаваемом вентиляторами, работающими на максимальных оборотах.

Зарубежные производители двигателей, такие, например, как "Дойц", "Мерседес-Бенц", для реализации данной схемы системы охлаждения имеют опциональные конструктивные исполнения двигателей. За счет специальной конструкции коробок термостатов и водяных насосов обеспечивается удобное подключение водомасляного теплообменника. Свое слово в решении этой проблемы должны сказать и отечественные производители двигателей.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 621.827.1

Шатун, повышающий надежность сопряжения "шейка коленчатого вала—нижняя кривошипная головка шатуна"

А.П. МАРЧУК, Г.А. БОРИСОВ, Е.Н. РУДОМИН

ООО "Завод ТЕХНО", Рязанская ГСХА имени П. А. Костычева,
Рязанский институт (филиал) МГОУ

Ремонт ДВС сложен, а любая их поломка приводит к простою оборудованных ими транспортных средств. Поэтому повышение надежности их деталей и узлов, особенно труднодоступных и ответственных, ремонт которых связан с большими затратами труда и времени, не без оснований считается одной из важнейших конструкторских, технологических и экономических задач. К числу таких узлов в первую очередь относится сопряжение "шейка коленчатого вала—нижняя кривошипная головка шатуна". Не случайно изготовители двигателей рекомендуют при каждой возможности заменять вкладыши данного сопряжения. Причина выхода его из строя хорошо известна: действие высоких динамических нагрузок, которые передаются через него с шатуна на коленчатый вал в процессе работы ДВС.

Чтобы повысить надежность этого узла, традиционно принимаются такие меры, как использование деталей из более прочных и износостойких материалов, упрочнение трущихся поверхностей и т. п. То есть меры, которые, по существу, не затрагивают самих динамических нагрузок. Хотя этот путь, по мнению авторов, заслуживает самого внимательного отношения. И не только считают, но и предлагают добавить в конструкцию шатуна (пат. № 222662, РФ) амортизирующий элемент, способный перераспределять во времени передаваемые через него нагрузки.

На рис. 1 представлен продольный разрез шатуна предлагаемой конструкции, а на рис. 2 — его местный разрез в момент, когда максимальное давление сгорания, направленное вниз по шатуну двигателя, не превышает (*а*) и превышает (*б*) нормальное давление в подштоковой емкости шатуна.

Шатун (см. рис. 1) двигателя выполнен сборным и состоит из поршневой (*1*) и кривошипной (*6*) головок, соединенных стержнем, который выполнен в виде штока *2* с поршнем и цилиндра *3*, образующих подштоковую полость *4*, заполненную жидкостью; обратного регулировочного клапана *8*, в конструкцию которого входит ограничивающий клапан *2* (см. рис.2), пружина *3* и регулировочный винт *4*, причем сам обратный регулировочный клапан установлен в питающем канале *6*; регулировочно-перепускной системы *15*, в которую входят подпружиненный клапан *13*, пружина *16*, регулировочный винт *18*, цилиндрическая дозирующая камера *7*, поршень *14*, пружина *19*, регулировочный винт *22*, подпоршневая полость цилиндрической дозирующей камеры *21*, дренажное отверстие *20* подпоршневой полости цилиндрической дозирующей камеры *21*, подклапанная полость *17*, при этом цилиндрическая дозирующая камера *7* посредством перепускного канала *11* соединена с подклапанной полостью *17*, которая, в свою очередь, соединена с картером двигателя дренажным отверстием *12*, а отводящий канал *10* соединен с верхней частью цилиндрической дозирующей камеры *7* посредством канала *9*.

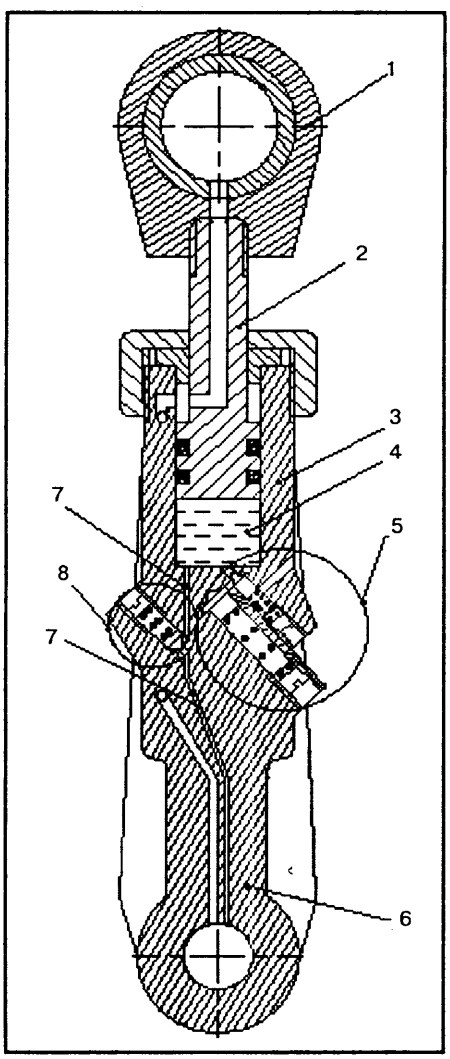


Рис. 1. Схема расположения элементов шатуна:
1 — поршневая головка; *2* — шток; *3* — цилиндр; *4* — подштоковая полость; *5* — регулировочно-перепускная система; *6* — кривошипная головка; *7* — питающий канал; *8* — обратный регулировочный клапан

Устройство работает следующим образом.

Когда в камере сгорания сжигается топливо и максимальное давление сгорания, направленное вниз, возрастает, превышая номинальное давление сжатия жидкости в подштоковой полости *8*, преодолевая силы упругости пружин *16* и *19*, шток *2* с поршнем (см. рис. 1) перемещается в силовом цилиндре *3* вниз, обратным регулировочным клапаном *8* перекрывая питающий канал *1* (см. рис. 2, *а*). После этого клапан *13* перемещается по своей оси, перекрывая отверстия перепускного канала *11* и дренажного канала *12*, открывая отверстие канала *9*. Из подштоковой полости *8* жидкость по каналу *10* через канал *9* заполняет цилиндрическую дозирующую камеру *7*. В результате камера сгорания увеличивается, а следовательно, снижаются максимальные давление сгорания и удельное давление (положение клапанов представлено на рис. 2, *б*). Как только давление сгорания сравняется с давлением в подштоковой емкости *8*, давление жидкости в подштоковой емкости *8* станет нормальным. Тогда клапан *13* под действием силы упругости пружины *16* закрывает отводящий канал *10* и открывает отверстие перепускного канала *11* и дренажное отверстие *12*. В результате чего масло из цилиндрической дозирующей камеры *7* поршнем *14* под действием силы упругости пру-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

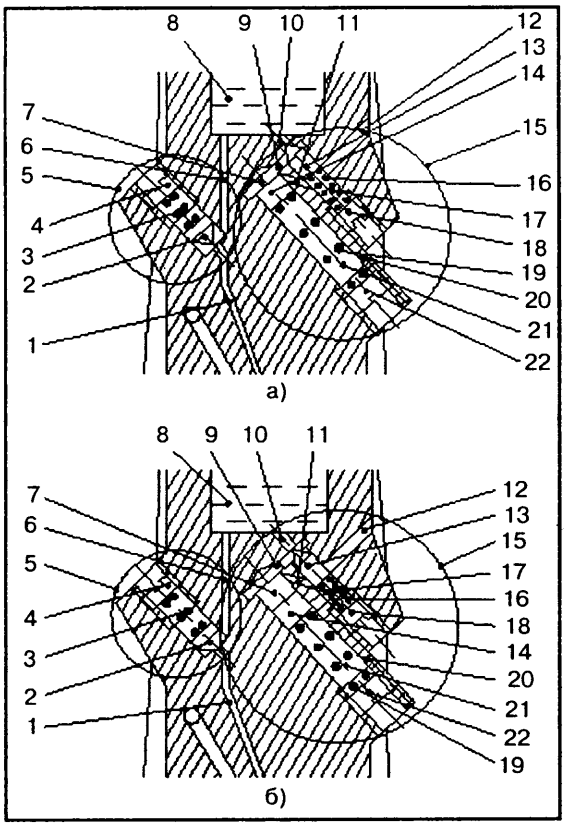


Рис. 2. Местный разрез шатуна в момент, когда максимальное давление сгорания, направленное вниз по шатуну двигателя, не превышает (а) и превышает (б) нормальное давление в подштоковой емкости шатуна:

1 и *6* — питающие каналы; *2* — ограничивающий клапан; *3*, *16* и *19* — пружины; *4*, *18* и *22* — регулировочные винты; *5* — обратный регулировочный клапан; *7* и *21* — цилиндрические дозирующие камеры; *8* — подштоковая полость; *9* — канал; *10* — отводящий канал; *11* — перепускной канал: *12* и *20* — дренажные отверстия; *13* — подпружиненный клапан; *14* — поршень; *15* — регулировочно-перепускная система; *17* — подклапанная полость

жины *19* вытесняется через перепускной канал *11* в подклапаную полость *17* и дренажное отверстие *12* в картер двигателя (положение клапанов представлено на рис. 2, *а*).

В конце такта выпуска и в начале такта всасывания силы инерции, действующие на шатун, направлены вверх, давление газов практически отсутствует, и под действием сил инерции и давления масла в питающем канале *6* открывается обратный регулирировочный клапан *5*, заполняется подштоковая полость *7* и шток *2* с поршнем (см. рис. 1) перемещается в силовом цилиндре *3* вверх, уменьшая объем камеры сгорания до заданной величины. В то же время по питающему каналу *6* (см. рис. 2) масло подается в подштоковую полость *7*, создавая номинальное давление, которое в данный момент будет больше давления в камере сгорания, и шток *2* (см. рис. 1) с поршнем перемещается и восстанавливает длину шатуна. Это создает реактивную силу, которая передвигает головку шатуна *1* в сторону камеры сгорания, уменьшая ее объем, а шатун передает силу на коленчатый вал двигателя. Такой процесс перераспределяет давление в камере сгорания во времени. Установка в кривошипной головке регулировочно-перепускной системы позволяет сбрасывать жидкость из подштоковой полости только в определенном количестве, что задает пропорциональное перемещение штока *2* на запрограммированную длину, которая определяется объемом дозирующей камеры *7* и силой упругости пружины *19*, в момент воспламенения рабочей смеси в камере сгорания двигателя.

Таким образом, по завершении рабочего хода поршня шатун возвращается в исходное состояние, т. е. в надпоршневой полости устанавливается давление, равное давлению в системе смазки двигателя, а поршень в дозирующей камере — в исходное положение, тем самым готовя шатун к следующему рабочему такту.

Предлагаемая выше конструкция шатуна — своего рода демпфер, который резко снижает динамические нагрузки от газовых и инерционных сил на рассматриваемое сопряжение. Причем без ухудшения мощностных характеристик двигателя. А при определенной перенастройке можно даже добиться увеличения мощности, для чего нужно только совместить процесс сжатия шатуна с моментом, когда характеристика работы КШМ двигателя имеет низкий КПД, а процесс разжатия — с высоким. Что даст возможность передавать максимальную мощность с наименьшими потерями.

УДК 629.4.077

Теория автомобиля: от статики к динамике. Торможение автомобиля

Канд. техн. наук Е.И. БЛИНОВ

Московский ГУПИ

Торможение — процесс уменьшения скорости автомобиля до нуля (полное торможение) или до некоторой ненулевой величины (частичное торможение). Оно может быть служебным или экстренным, но тормозные свойства автомобиля реализуются полностью лишь во втором случае, поэтому он и рассматривается ниже.

Торможение может происходить как при отсоединенном (сцепление выключено), так и при подсоединенном (сцепление включено) к трансмиссии двигателе. В последнем случае повышается не столько эффективность торможения, сколько устойчивость автомобиля. Именно этот режим рекомендуется применять на скользких, с уменьшенным φ_x дорогах. Причем с одновременным переходом на понижающую передачу, чтобы получить наиболее интенсивный обмен кинетическими энергиями между тормозящейся ведущей массой автомобиля и разгоняемыми ведомыми массами двигателя. Дело в том, что при таком совместном торможении в первый момент времени возникает кинематическое несоответствие между скоростями масс автомобиля и двигателя.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

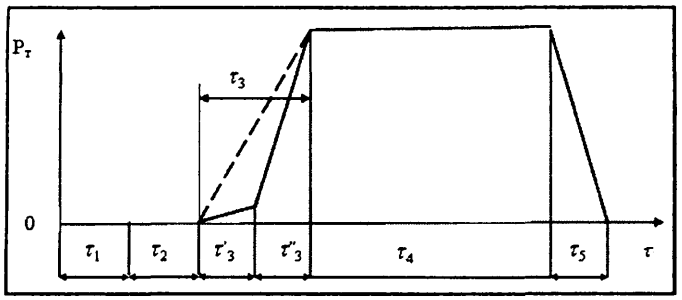


Рис. 1. Тормозная диаграмма тормозных пневмо- и гидроприводов

Система, стремясь его устранить, уравнивает кинетические энергии масс того и другого. В результате масса первого резко замедляется, а массы второго, наоборот, резко ускоряются, и рабочая точка двигателя на частичной характеристике, соответствующей нулевому открытию органа управления подачей топлива, попадает в отрицательную область саморегуляторной ветви крутящего момента, который, приобретая отрицательный знак, создает дополнительный момент сопротивления движению. Однако при совместном торможении тормозной путь, вопреки сложившемуся мнению, становится больше, так как суммарный маховой момент инерции масс автомобиля и двигателя существенно больше момента инерции массы только автомобиля.

Как видим, режимов торможения может быть достаточно много. Тем не менее математическое описание всего их многообразия зависит лишь от двух факторов — номера включенной передачи и наличия связи между колесами и двигателем (включено или выключено сцепление). Причем структурные состояния двигательно-трансмиссионной установки при разгоне (см. "АП", 2007, № 12) и торможении во многом совпадают.

Рассмотрим алгоритм торможения с включенным сцеплением в основной фазе торможения.

При некоторой скорости v_{a_1} водитель отпускает педаль управления подачей топлива. Двигатель переводится на частичную характеристику, соответствующую этому положению педали. Затем водитель начинает торможение, либо увеличивая тормозной момент $T_т$ (зависимость $P_т = T_т/r = f(\tau)$ представлена тормозной диаграммой на рис. 1), либо тормозя двигателем при $T_т = 0$, либо используя совместное торможение.

При достижении скорости $v_{a_2} < v_{a_1}$ начинается процесс размыкания сцепления; после его окончания в коробке передач включается нейтраль, и автомобиль перемещается накатом или до полной остановки, или до включения новой передачи. (При экстренном торможении v_{a_2} близка к нулю, и этап движения накатом практически отсутствует.)

Таким образом, реализация алгоритма торможения требует, по сравнению с тяговым режимом, введения лишь одного дополнительного признака структуры ДТУ, сохраняющего свое активное значение в промежутке скоростей между v_{a_1} и v_{a_2}.

Подробнее рассмотрим качественную тормозную диаграмму. Как из нее видно, на ветви возрастания тормозной силы могут иметь место два процесса, один из которых изображен пунктирной линией и характерен для пневмопривода, а второй состоит из двух участков, соответствующих временным интервалам τ'_3 и τ''_3, и присущ гидроприводу. Причем наличие интервала τ'_3 во втором случае связано со сжатием пузырьков воздуха, их распадом и растворением в тормозной жидкости. Крутизна прямых на интервалах τ''_3 и τ_3 в случае пневмопривода обусловлена свойствами самого рабочего тела.

Средние величины других изображенных на диаграмме временных интервалов следующие: $\tau_1 = 0{,}8$ с — время реакции водителя; $\tau_2 = 0{,}06$; 0,17 и 0,3 с — время выбирания зазоров в тормозном приводе соответственно для гидропривода дисковых и барабанных тормозов и пневмопривода; $\tau_3 = 0{,}15$, 0,25 с (τ'_3 равно примерно 15 % от τ_3 при таком же соотношении ординат, соответствующих времени τ'_3 и максимальной величине тормозной силы), 0,8 и 0,7 с — соответственно для тормозных систем с гидроприводом легковых и грузовых автомобилей, с пневмоприводом — грузовых АТС и автобусов; τ_4 — время установившегося замедления; $\tau_5 = \tau_3$ — время растормаживания.

Понятие "автономное колесо" (см. "АП", 2007, № 12) остается в силе и при рассмотрении алгоритма торможения. Это означает, что в общем случае каждое колесо обладает своей тормозной диаграммой, начиная с участка τ_3. Кроме того, автономность колеса определяется разными, по сравнению с другими колесами, опорными реакциями R_z, коэффициентами сцепления φ и сопротивления качению f, радиусами колес r и т. д. Что касается момента $T_{уд}$ упругодемпфирующих сил как другой основной составляющей автономности колеса, то примем, что $T_{уд}$ в фазе установившегося замедления при раздельном торможении по очевидным причинам пренебрежительно мал.

Ранее отмечалось, что структурные состояния ДТУ (т. е. работа двигателя, сцепления, коробки передач) при переключении передачи в период разгона и торможения схожи. Тогда для описания процесса торможения среди прочих составляющих момента $T_а$ сопротивления движению достаточно учесть значение момента $T_т$, вычисляемого по формуле № 1 (табл. 1). При этом уравнение момента инерции массы автомобиля в общем случае совместного торможения с двигателем с учетом тормозной силы $P_т$ и соблюдения принципа автономности колеса можно записать в виде формулы № 2.

При совместном торможении на горизонтальной поверхности, пренебрегая другими составляющими продольной реакции $R_{xi_{л,п}}$ для ведущего колеса, получится формула № 3. Момент этой реакции дает формула № 4. Учитывая, что вертикальные динамические реакции $R_{zi_{л,п}}$ в общем случае имеют колебательный характер, можно сказать, что у реакций $R_{xi_{л,п}}$ и $T_{ri_{л,п}}$ такой же характер. Поэтому для ведомых колес и раздельного торможения всех колес первым слагаемым правой части формул № 2, 3 и 4 можно пренебречь. Величина $R_{xi_{л,п}}$ ограничена продольной силой $P_{xсцi_{л,п}}$, подсчитываемой по формуле № 5. Если $R_x > P_{xсц}$, то качение колес переходит в продольное скольжение

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

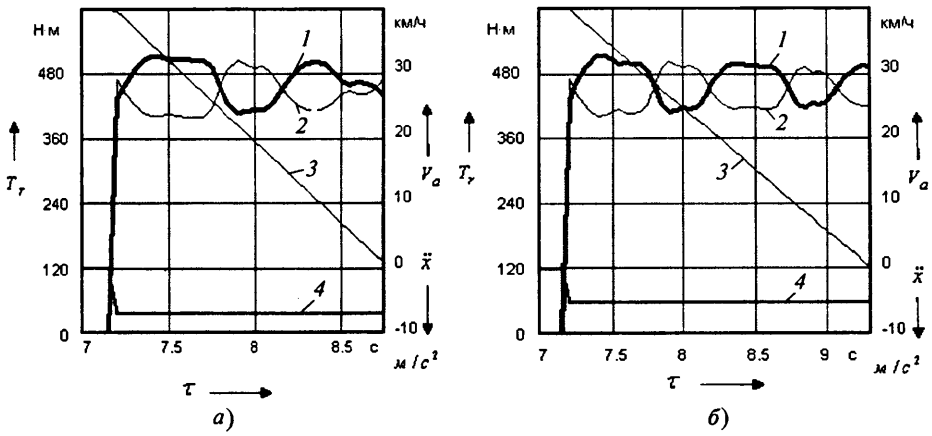


Рис. 2. Процессы раздельного (а) и совместного с двигателем (б) торможения автомобиля ВАЗ-1111:

1 — момент касательной реакции на левом переднем колесе; *2* — то же на левом заднем колесе; *3* — скорость автомобиля; *4* — замедление массы автомобиля

(юз), и движение становится неуправляемым. Поэтому все большее распространение получают тормозные системы с АБС, которые при угрозе наступления юза уменьшают давление (тормозную силу) в локальном тормозном приводе.

Рассмотрим рис. 2, на котором изображены процессы полного раздельного (*а*) и совместного без изменения номера передачи (*б*) торможений. При этом примем следующие условия: v_{a_1} = 40 км/ч; касательные реакции $R_{xi_{л,п}}$, большую часть которых составляют тормозные силы, находятся на пределе $P_{xсцi_{л,п}}$, но не выше, что означает экстренное торможение, но без юза; $\tau_1 = \tau_3' = 0$; $\tau_2 = \tau_3'' = 0{,}2$ с; радиусы всех колес автомобиля одинаковые, условия их работы — тоже ($\varphi_{xi_{л,п}} = 0{,}7$ и $f_{i_{л,п}} = 0{,}011$). Поэтому при оценке процессов изменения моментов $T_{ri_{л,п}}$ касательных реакций, вычисленных по формуле № 4, достаточно оперировать моментами только одного борта.

Таблица 1

№ формулы	Формула	Примечание
1	$T_т = \sum^{n} P_{тi_{л,п}} r_{i_{л,п}}$	n — число осей; $r_{i_{л,п}}$ — радиус автономного колеса; индексы "л", "п" означают принадлежность к левому, правому бортам
2	$J_a \ddot{\alpha}_a = \sum^{k} T_{удi_{л,п}} - T_a$ $T_a = \sum^{n} R_{zi_{л,п}} f_{i_{л,п}} r_{i_{л,п}} +$ $+ \sum^{n} R_{zi_{л,п}} \sin\beta_{i_{л,п}} r_{i_{л,п}} +$ $+ w v_a^2 r + \sum^{n} P_{ni_{л,п}} r_{i_{л,п}}$	k — число ведущих колес; β — угол подъема дороги; w — фактор обтекаемости; v_a — линейная скорость; $r = \sum^{n} r_{i_{л,п}}/2n$ — обобщенный радиус качения колеса; $\ddot{\alpha}$ — угловое ускорение маховой массы
3	$R_{xi_{л,п}} = T_{удi_{л,п}}/r_{i_{л,п}} - P_{тi_{л,п}}$	—
4	$T_{ri_{л,п}} = T_{удi_{л,п}} - T_{тi_{л,п}}$	—
5	$P_{x\,сцi_{л,п}} = R_{zi_{л,п}} \varphi_{xi_{л,п}}$	—
6	$\ddot{x} = \ddot{\alpha}_a r$	—
7	$T_z' = \sum^{n} (R_{xi_л} \beta_{i_л} - R_{xi_п} \beta_{i_п})$	$\beta_{i_л}$, $\beta_{i_п}$ — расстояния от центров i-х мостов до колес левого, правого бортов

Согласно ГОСТ Р 51709—2001 тормозной путь $x_т$ для легковых автомобилей в снаряженном состоянии должен быть не более 15,8 м при установившемся линейном замедлении $\ddot{x}$ не менее 5,2 м/с^2; для грузовых массой более 12 т — соответственно 17,7 и 4,5 м/с^2.

Замедление $\ddot{x}$ определяется по формуле № 6, причем входящие в нее угловое ускорение маховой массы машины — по формуле № 2, а тормозной путь T_a — решением уравнения № 2, входящего в систему ОДУ, которая описывает связанные колебания масс ДТУ и подвески.

Из сравнения рис. 2, *а* и *б* видно, что в нормы по замедлению данный автомобиль уверенно укладывается только при $\ddot{x} \approx 7$ м/с^2, в то время как при совместном торможении находится на пределе допустимого — $\ddot{x} \approx 5{,}2$ м/с^2. Тормозной путь $x_т$ в этих случаях составляет соответственно 10,9 и 13,9 м.

Таким образом, можно сделать вывод, что совместное торможение не имеет преимуществ. Отсюда возникает необходимость оценить с этой точки зрения и другие возможные способы торможения.

И такая оценка сделана (табл. 2) для двух автомобилей — грузового МАЗ-5335 и легкового ВАЗ-1111 при: раздельном торможении; совместном без переключения на понижающую передачу; совместном с переключением на понижающую передачу; с применением комбинированного способа, о котором будет сказано ниже. Для корректного сравнения начальные скорости подбирались разными (для МАЗ-5335 — 20 км/ч, для ВАЗ-111 — 40 км/ч) с той целью, чтобы начало торможения при третьем способе для обоих автомобилей происходило на первой передаче.

Из таблицы следует, что при сравнении трех первых способов торможения тормозной путь обоих автомобилей при совместном торможении больше, чем при раздельном.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Таблица 2

Способ торможения	МАЗ-5335		ВАЗ-1111	
	$x_т$, м	$\ddot{x}$, м/с^2	$x_т$, м	$\ddot{x}$, м/с^2
Раздельное	5,2	7,0	10,9	7,0
Совместное при u_i = const	6,5	4,1	13,9	5,2
Совместное при $u_i = u_{i-1}$	6,2	2,2	18,7	3,4
Комбинированное	3,8	7,0	10,2	7,0

Примечание. u_i — передаточное число в коробке передач; i — номер включенной передачи, соответствующей указанным скоростям движения, в момент поступления сигнала на торможение.

Обращает на себя внимание и то, что при совместном торможении на понижающей передаче тормозной путь автомобиля МАЗ-5335 даже при небольшой (2,2 м/с^2) величине замедления сравним с тормозным путем в случае раздельного торможения с большим (7 м/с^2) замедлением. Это приводит к мысли об объединении преимуществ раздельного и совместного на понижающей передаче торможений: оно может обеспечить максимальные замедления как в начальной, так и в основной фазах торможения. И это действительно так: при комбинированном способе тормозной путь у обоих автомобилей при замедлении в основной фазе, обеспечиваемом раздельным способом (7 м/с^2), получается наименьшим.

В общем случае суммарные продольные реакции $R_{xi_{л,п}}$ по бортам автомобиля не одинаковы и по величине, и по знаку. В связи с чем возникает разворачивающий момент T_z', вычисляемый по формуле № 7, который способствует потере курсовой устойчивости. Так что неучет асимметрии реакций $R_{xi_{л,п}}$, что присуще статическим задачам, может привести к весьма опасному занижению значений T_z', на величину которого влияют многие конструктивные параметры. Например, повышение жесткости подвески при одновременном уменьшении коэффициентов сопротивления амортизаторов в несимметричной ее схеме двухосного автомобиля всегда увеличивает T_z'. Причина в том, что увеличение частоты колебаний при отсутствии сдерживающего фактора способствует росту их амплитуд, следовательно, и реакции упругих связей. Кроме того, как показывают исследования, T_z' возрастает и вследствие неравенства радиусов колес по бортам, и вследствие изменения положения центра масс автомобиля в поперечной плоскости. Однако влияние этих и других геометрических параметров тривиально: чем большую поперечную асимметрию они придают расчетной схеме, тем больше значение T_z'.

И последнее. Одно из основных отличий динамических моделей от статических заключается в возможности исследования процессов во времени. Они позволяют учесть то, что продольные касательные реакции могут иметь асимметрию во времени как по бортам, так и по осям АТС, а нормальные опорные — динамически перераспределяются, не исключая нулевые значения. В статической же одномассовой модели, в которой автомобиль представляется, вопреки объективной реальности, материальной точкой, эти реальные режимы движения учесть нельзя. Поэтому и выводы, полученные с помощью статической модели, часто некорректны, что недопустимо, особенно при оценке тормозных свойств автомобиля.

Читатель предлагает

УДК 662.6/.8

АЗОТНЫЕ ТОПЛИВА КАК ВАРИАНТ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Канд. техн. наук В.Г. НЕКРАСОВ, А.Ф. МАКАРОВ

НЕТРОЭН

Поршневой двигатель внутреннего сгорания сегодня самое распространенное устройство преобразования энергии химических топлив в механическую работу. Он прочно удерживает свои позиции во многих отраслях. В частности, на железнодорожном транспорте с его помощью обеспечивается значительная доля, а на транспорте автомобильном, речном и морском флотах он занимал и занимает господствующее положение. Применяют его для привода электрогенераторов и минитехники. Но ДВС ежегодно потребляют свыше 1 млрд т нефтяных топлив. Запасы же нефти на Земле ограничены и невозобновляемы: при существующих объемах и потреблениях все рентабельные месторождения будут исчерпаны через 30—50 лет. В связи с этим идет активный поиск альтернативных энергоносителей. И поиск небезуспешный. Например, сжиженный нефтяной газ (пропан-бутановая смесь) и сжатый природный газ (метан) давно уже используют на автомобилях. Как и различные биотоплива — рапсовое масло и продукты его переработки, в том числе спирты. В последнее время перспективным топливом считается водород: в Германии уже появились водородные заправки и автомобили на водороде, а в США проблема "водородного топлива" решается на уровне национальной программы.

Все ДВС на жидком или газовом топливе работают по воздушно-тепловым (газовым) циклам. Что значит: заряд воздуха—газа $\{2N_2 + 1/2O_2\}$, предварительно сжатый в цилиндре, за счет подвода теплоты

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

реакций сгорания топлива нагревается до 2273—2723 К (2000—2500 °С). При этом образуются газы с высоким давлением. То есть химическая энергия топливовоздушной смеси сначала превращается в термическую, затем — в потенциальную (давление) сжатого газа, который, расширяясь, давит на поршень, и энергия избыточного давления преобразуется в механическую энергию движения поршня, что и заставляет вращаться коленчатый вал двигателя.

Степень нагрева газов, их термодинамические свойства, полезное расширение и сопутствующие потери при нескольких преобразованиях энергии определяют в целом эффективность воздушно-теплового двигателя: КПД нынешних бензиновых ДВС не превышает 30—35 %, дизелей — ~40 %. Иначе говоря, более половины энергии, содержащейся в топливах, современные ДВС тратят впустую.

Чтобы избавиться от данного недостатка, целесообразно, на наш взгляд, обратиться к идее порохового двигателя, предложенной Готфейлем (1668 г.), Гюнгенсом (1680 г.) и Папеном (1688 г.). Ведь все огнестрельные орудия — это, в принципе, пороховые ДВС, преобразующие энергию горячих сжатых рабочих газов из объема порохового заряда в механическую (кинетическую) энергию движения снаряда. Здесь не важно, что процесс выстрела расчленен на отдельные операции, а метаемый снаряд не имеет связи с механизмом преобразования движения. Главное, что процесс преобразования химической энергии порохового заряда идет по другому принципу, отличному от воздушных циклов ДВС. Порох — разновидность унитарных топлив (монотопливо), в его составе присутствует как окислитель (донор кислорода), так и горючее вещество (реципиент кислорода). Поэтому главная особенность порохового цикла заключается в превращении высокоплотной твердой фазы в низкоплотную фазу газов. Этот фазовый скачок состояния вещества — результат окислительно-восстановительных реакций "горючее + окислитель" (протекающих, в общем случае, и в объеме конденсированного заряда, и в газовой фазе первичных продуктов термолиза и возгонки, причем без участия кислорода атмосферы). По закону сохранения масса продуктов-газов равна массе порохового заряда, поэтому объем пороховых газов намного (~1000 раз) превышает объем твердого пороха.

Исторически первым топливом-порохом был дымный порох — тонкая смесь порошков калиевой селитры (68—75 %), серы (10—15 %) и древесного угля (15—17 %). Высокая (до 400 м/с) скорость сгорания пороха объясняется быстрым проникновением горячих поджигающих газов между его частицами. Процесс безвоздушного сгорания дымного пороха идет за счет "встроенного" кислорода калиевой селитры и протекает по уравнению $2KNO_3 + 3C + S = K_2S + 3CO_2 + N_2$; температура вспышки составляет ~2373 К (2100 °С). Количество выделяемой теплоты — 2457 кДж/кг (585 ккал/кг); количество образующихся газов — 280 л/кг. Примерно 50 % массы продуктов реакции состоят из твердых и жидких частиц (K_2S, K_2CO_3, K_2SO_4), почти не участвующих в работе расширения газов (CO_2, N_2, CO), что, конечно, снижает работоспособность заряда дымного пороха. Бездымные пироксилиновые пороха обладают более высокой теплотой сгорания, значительно большим (1000 л/кг) количеством газов и не образуют твердых остатков.

Таким образом, главная физико-химическая особенность пороховых систем как энергоносителей состоит в том, что все топливные компоненты (и топливо, и окислитель), подобно чрезвычайно сжатой пружине, хранятся при весьма высокой плотности кристаллов и молекулярных связей твердой фазы. При возбуждении реакции от искры или капсюля-воспламенителя происходит необратимое экзотермическое фазовое превращение вещества (газораспад), когда объем полученных газов превышает объем исходного заряда в ~1 тыс. раз. При сжигании бездымного пороха в камере постоянного объема продукты-газы развивают давление, пропорциональное отношению присутствующих количеств газов (их молей) в камере после реакции и до нее (n_1/n_0), умноженному на отношение их абсолютных температур (T_1/T_0).

Работа расширения газа зависит от его начального давления p_1 в камере сгорания. Так, в камере сгорания постоянного объема ($V = \text{const}$) до и после сгорания содержатся соответственно n_0 и n_1 молей газа при температуре T_0 и T_1. Записав параметры состояния газов по уравнению Клайперона—Менделеева: $pV = n_0RT_0$ и $pV = n_1RT_1$ и разделив их друг на друга, получаем: $p_1/p_0 = (n_1/n_0)(T_1/T_0)$.

Таким образом, на первом этапе (подготовка рабочего заряда) процессы в воздушно-тепловых ДВС отличаются от подготовки стрелкового выстрела. Топливная смесь в обычных ДВС готовится из двух компонентов: воздуха-окислителя (более 90—94 %) и топлива (менее 6—10 %). Поскольку плотность воздуха весьма мала, его перед сжиганием топливовоздушной смеси приходится сильно сжимать. В "пороховом" же сценарии необходимости в такте сжатия нет: плотность порохов уже на три порядка выше плотности газов. Поэтому при достаточном содержании окислителя монотопливо-порох при плотности 1 г/см^2 будет эквивалентно 1000-кратно сжатому заряду воздуха с добавкой нефтяного топлива.

На этапе сжигания зарядов процессы энерговыделения также идут различно. При сжигании в камере сгорания порохового заряда получается более высокое начальное давление газов, чем при вспышке сжатой воздушно-нефтяной смеси тех же объема, массы и калорийности. Дело в том, что сгорающая пороховая масса образует новые газы (n_1 моль), которых ранее не было, в дополнение к уже присутствующему (или сжатому) воздуху n_0 в надпоршневом объеме цилиндра ДВС. Давление пороховых газов возрастет пропорционально отношению температур (T_1/T_0) и отношению количеств газовых молей $(n_0 + n_1)/n_0$. При сгорании же обычной топливовоздушной смеси давление растет лишь за счет увеличения температур имеющихся газов (T_1/T_0), так как число молей продуктов воздушного

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

сгорания почти не отличается от числа молей исходного воздуха ($n_1/n_0 \sim 1$), поскольку кислород воздуха всегда расходуется на образование воды и двуоксида углерода.

После окончания сгорания термодинамические процессы на такте расширения будут примерно одинаковы. Однако, если учесть более высокое давление p_1 пороховых газов, то полезная "пороховая" работа оказывается больше работы "термического" расширения газов в цилиндрах обычного ДВС.

Как видим, пороховой цикл не "привязан" к воздушному окислителю, процессам впуска и сжатия в цилиндрах ДВС. С учетом более высоких газообразования и калорийности пороховых навесок (3780 кДж/кг, или 900 ккал/кг), по сравнению с той же массой традиционных топливовоздушных смесей (2446 кДж, или 630 ккал/кг), эффективность пороховых двигателей может намного превосходить мощностные показатели обычных ДВС.

Современные виды смесевых пороховых систем отличаются от традиционных порохов более сложным составом. Сегодня разрабатываются также технологии жидких метательных монотоплив для артиллерии (не считая "давно известных" взрывчатых веществ, близких по химическому составу). Но суть твердых или жидких энергонасыщенных систем остается прежней: пороха, ракетные топлива и пиротехнические смеси — концентрированные носители и рабочих тел, и химической энергии "окислитель + топливо". Как правило, активный кислород в таких энергонасыщенных системах закреплен в азотных соединениях (в солях-нитратах NO_3 и нитросоединениях $R\text{-}NO_2$), где его связи с азотом слабее, чем вновь образуемые связи кислорода с водородом (H_2O) и углеродом (CO_2, CO).

К сожалению, возможность использования пороховых систем как моторных топлив ограничивается тем же признаком, который препятствовал этому и на заре создания ДВС: подать цикловую порцию (дозу) твердого топлива в реакционную камеру цилиндра весьма сложно. Кроме того, сухие пороховые смеси чрезвычайно пожароопасны, дóроги, продукты их сгорания — весьма токсичны. Поэтому хотелось бы располагать топливом, которое обладает достоинствами порохов, но лишено их недостатков. И такие топлива известны. Это некоторые азотные соединения, богатые кислородом и способные отдавать его для окисления горючих веществ, в том числе обычных жидких топлив. Например, еще в 1930-е годы, решая проблему кратковременного увеличения мощности (форсирования) бензиновых авиационных двигателей на большой высоте, в их цилиндры впрыскивали жидкую закись азота (N_2O). При вспышке сжатой бензовоздушной смеси закись азота легко распадается в цилиндрах ДВС на азот и свободный кислород: данная реакция — экзотермическая (выделяется 1869 кДж/кг, или 445 ккал/кг, тепловой энергии). При ней образуется 763 л/кг газов. Кроме того, массовая доля кислорода в продуктах распада N_2O составляет 36 %, что в 1,6 раза выше содержания кислорода (23 %) в воздушном окислителе. Данный избыток кислорода в цилиндрах, по сути, то же, что и наддув двигателя. Он позволял увеличить подачу бензина. Выигрыш был еще и в том, что затрат на сжатие N_2O не потребовалось.

В настоящее время в спортивном тюнинге автомобильных ДВС наряду с подсадками закиси азота (технология фирмы "НОС") применяют и добавки в бензин растворимых окислительсодержащих нитросоединений — нитробензола, нитрометана и нитропропана, механизм действия которых аналогичен форсирующей подсадке закиси азота. Правда, широко этот метод не используется, так как нитроприсадки токсичны и дóроги, а некоторые в чистом виде — взрывоопасны.

В ракетной, космической и оборонной технике известны смесевые топлива на основе соединений азота, содержащие и горючие компоненты, и окислители в твердой, жидкой или гелеобразной фазах. Например, в 1930-е годы в СССР для жидкостных ракет исследовалось монотопливо, представляющее собой раствор бензина в жидком тетраоксиде азота. Однако процесс сгорания смесей углеводородов с мощным окислителем N_2O_4, содержащим 70 % активного кислорода, сопровождался, в отличие от твердых монозарядов пороховых ракет, детонацией. Другими словами, сгорание жидких смесей "топливо + окислитель" без балластного растворителя склонно к самоускорению с гидродинамическим возмущением и автотурбулизацией горящей поверхности (эффект Ландау). Кроме того, применение штатных жидких энергонасыщенных топлив в обычной наземной технике практически исключено — по причине их пожаро- и взрывоопасности, токсичности и дороговизны (примером могут служить гидразиновые топлива и гептил космических ракет). Тем не менее жидкая форма — именно то, что может обеспечить необходимую технологичность "пороховым" топливам.

И возможность создания таких топлив, причем безопасных и дешевых, есть: российская химическая промышленность в настоящее время выпускает очень большие (до 50 млн т в год) объемы азотных удобрений для нужд сельского хозяйства. В том числе аммиачную селитру и мочевину.

Свойства первой с точки зрения рассматриваемой темы во многом уникальны: она является носителем как горючего компонента, "аммиачного" водорода NH_4^+, так и источником активного кислорода в нитратных связях NO_3. То есть кристаллы NH_4NO_3, как и жидкая закись азота, представляет собой потенциально энергонасыщенный окислитель: при нагреве до 543 K (270 °C) расплав аммиачной селитры экзотермически распадается на свободный кислород (20 %) и низкомолекулярные газы (с теплосодержанием, равным 1512 кДж/кг, или 360 ккал/кг). Объем этих газов 980 л/кг.

Как видим, кристаллы аммиачной селитры имеют в своем составе кислорода на 3 % меньше, чем воздух. Но в твердой фазе NH_4NO_3 (плотность 1,7 г/см^3) окислитель хранится чрезвычайно "упакованным", что эквивалентно сжатию атмосферного воздуха (плотность

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

0,0013 г/см^3) в 1300 раз. Отсюда следует, что смеси типа "аммиачная селитра + топливо" могут иметь даже более высокую работоспособность, чем смеси жидкого воздуха с органическими веществами (или воздушно-топливные аэрозоли при огромной, 10^3, степени сжатия по теоретическому циклу ДВС).

Из термохимии известно, что смеси аммиачной селитры с нефтепродуктами или тротилом по энергонасыщенности эквиваленты пироксилиновым порохам. В порошкообразном виде такие смеси чувствительны к детонации, поэтому и используются в горнорудной промышленности для приготовления промышленных взрывчатых веществ с наименьшей стоимостью энергии взрыва (Q = 3780÷4200 кДж/кг, или 900÷1000 ккал/кг, V = 850÷1000 л/кг). Но известно и то, что аммиачно-селитренные смеси при высокой плотности теряют способность детонировать. Например, во время Первой мировой войны возник дефицит бездымных порохов, поэтому воюющие стороны добавляли в них 25—50 % прессованных смесей аммиачной селитры и угля.

Мочевина, или карбамид $CO(NH_2)_2$, — вещество, в противоположность аммиачной селитре, горючей природы, носитель окисляемого водорода аминогрупп — NH_2 (и остатка CO). Очень важное его свойство в том, что он способен образовывать легкоплавкие эвтектические смеси, плавящиеся в сухом виде при температуре от 317 K (44 °C) и выше. Такие смеси весьма гигроскопичны и растворимы в воде, низших спиртах и некоторых полярных растворителях. В частности, водные растворы данной смеси производят азотные предприятия России в виде жидких азотных удобрений КАС. (Но они же представляют собой и смесь окислителя с горючим, т. е. являются потенциально энергонасыщенными системами.) Более того, даже минимальные (5—10 %) добавки воды — растворителя — придают смеси свойства, исключающие пожароопасность, а также склонность к детонации при обычной температуре. Нагрев же растворов или плавов топливной стехиометрии "аммиачная селитра—карбамид 80/20" до температуры свыше 543 K (270 °C) создает условия для экзотермической реакции $3NH_4NO_3 + CO(NH_2)_2 = CO_2 + 8H_2O_{(пар)} + 4N_2$ "порохового" газопревращения высокоплотных зарядов (ρ = 1,4÷1,5 г/см^3; Q = 3192÷3444 кДж, или 760÷820 ккал/ч, V = 970 л/кг), в результате которой образуются нейтральные газы (азот N_2, диоксид углерода CO_2 и водяной пар H_2O), чья термодинамическая работоспособность близка к показателям пироксилиновых порохов. Причем с увеличением содержания карбамида в продуктах сгорания выделяется аммиак (NH_3) и другие горючие газы (H_2, CH_4, CO). И уже подобраны условия, при которых выход оксидов азота и монооксида углерода (NO_x и CO) в продуктах сгорания оказывается на 2—3 порядке меньше, чем в отработавших газах обычного ДВС. Кроме того, найдены с точки зрения замерзания рецептуры окислительсодержащих систем. Причем наиболее морозоустойчивые растворы-эвтоники могут быть приготовлены на недефицитном смешанном растворителе при содержании воды менее 20 % и температуре кристаллизации 237 K (−36 °C) и ниже. То есть уже сегодня, используя недефицитные продукты азотной промышленности, можно производить окислительсодержащие энергоносители с широким диапазоном физико-химических и эксплуатационных свойств — твердые и жидкие унитарные топлива, энергонасыщенные растворы, суспензии, эмульсии.

Рассмотрим технико-экономические характеристики таких азотоводородных топлив.

В настоящее время промышленный синтез азотных соединений основан на использовании первичного водорода, получаемого по технологии парогазовой конверсии природного метана ($CH_4 + 2H_2O_{пар} = CO_2 + 4H_2$). При этом стоимость получаемых азотных компонентов в топливной смеси азотного энергоносителя составляет около 200 амер. долл/т, а если учесть, что при производстве топлива операции гранулирования и упаривания растворов можно исключить, то — 140 долл/т.

Далее. При использовании дешевой "ночной" электроэнергии крупных ГЭС и возобновляемых ресурсов гелио-, ветроэнергетики сырьевая база азотных топлив становится полностью возобновляемой (атмосферные газы и вода). Кроме того, сегодня известны альтернативные схемы синтеза первичных оксидов азота в электрических аппаратах (сжиганием воздуха). Рассматривая же схемы синтеза и использования нитратных топлив, в целом можно видеть, что полный топливный цикл азотных энергоносителей ("сырье—синтез—хранение—продукты сгорания") хорошо вписывается в планетарный круговорот воды, азота и кислорода, по сути, являясь новой разновидностью водородной энергетики.

Нельзя не учитывать и того, что совместные растворы и плавы аммиачной селитры и карбамида, во-первых, по степени вредного воздействия на организм человека относятся к веществам малоопасным (ПДК аэрозоля — 10 мг/м^3); во-вторых, их эксплуатационная безопасность выше, чем у бензина, горючих газов и, особенно, водорода: они стабильны при хранении и не способны к выделению пожароопасных или взрывчатых веществ; в-третьих, их высокая гигроскопичность исключает возможность самопроизвольного высыхания с испарением воды и образованием горючей или взрывчатой смеси, причем во всех климатических зонах планеты; в-четвертых, при хранении они не образуют токсичных продуктов, не дают выбросов серы и токсичных углеводородов и почти не содержат оксидов азота, а в связи с тем что доля углерода в топливной массе смесевых азотных энергоносителей не превышает 4—8 % (в нефтяном топливе 86—87 %), выделение диоксида углерода ("парникового" газа) будет существенно меньше; благодаря высокой термодинамической эффективности "порохового" цикла по сравнению с показателями существующих воздушно-тепловых ДВС количество тепловых выбросов от транспорта будет меньше в ~2 раза.

В целом, повторяем, использование азотных топлив можно рассматривать как разновидность технологий водородной энергетики. Ведь основной продукт сгора-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ния азотных топлив — вода. Доля энергии, приходящаяся на топливную пару H_2/O_2, составляет 80—90 % полного энерговыделения реакций сгорания. Концентрация водорода как горючей составляющей, обеспеченной окислителем в молекулярной упаковке топливной смеси плотностью 1,4—1,5 г/см^3, аналогична содержанию жидкого (криогенного) водорода того же объема.

Теперь о технических особенностях получения механической энергии при использовании азотных топлив.

Азотные энергоносители, в принципе, можно применить в поршневых, роторных и газотурбинных двигателях. Но для этого потребуется, естественно, адаптировать двигатель к особенностям азотных топлив.

При потреблении сбалансированных по кислороду плавов топливных стехиометрий или таких же растворов азотных топлив может быть применен двухтактный цикл без впуска воздуха. Подобный цикл задействован, например, в поршневых двигателях морских торпед, работающих на жидких монотопливах или двухкомпонентном топливе ("керосин + перекись водорода"; "спирт + жидкий кислород" и т. п.). Но более широкие возможности по диапазону рабочих температур и хранению топлива в жидкой фазе имеют водные, водно-спиртовые и водно-аммиачные растворы-эвтоники компонентов азотного энергоносителя. В этом случае (без использования специальных компонентов) даже топливная масса будет содержать двух—четырехкратный избыток горючих веществ. Поэтому здесь нужен двухтактный цикл с впуском и сжатием воздуха, но количество воздуха в таком случае требуется меньше (до 10—15 раз), чем с такими же циклами на нефтяном топливе: основная часть окислителя содержится в топливной смеси. Следовательно, затраты энергии на предварительное сжатие воздуха для сжигания окислительсодержащих азотных топлив будут заведомо меньшими.

Но при этом следует учитывать, что для быстрого разложения топливного окислителя, аммиачной селитры, необходима температура не менее 573 К (300 °С), а объем цикловой дозы и теплоемкость азотных топлив выше, чем нефтепродуктов, например, по дизельному циклу, поэтому теплоты сжатого воздуха может оказаться недостаточно для пуска двигателя. В связи с чем для пускового режима необходимо предусматривать подогреваемую камеру термолиза со свечами накаливания, которая на других режимах работы двигателя разогревается за счет теплоты реакций сгорания.

Расширение газов в цилиндре "воздушно-порохового" ДВС целесообразно более полное, до давления выпуска, близкого к атмосферному. Расчеты показывают, что в этом случае при параметрах сжатия и сгорания, близких к показателям обычных ДВС, термический КПД "воздушно-порохового" цикла может достигать 80—85 %, а теплонапряженность двигателя будет существенно ниже, поскольку температуры процесса (в 1,5—2 раза) меньше. В связи с последним целесообразен отказ от системы жидкостного охлаждения ДВС: необходимый уровень температуры стенок цилиндров обеспечит воздушное охлаждение. При этом потери теплоты будут меньшими, в итоге индикаторный КПД цикла составит 70—75 %.

Азотно-водородные композиции не допускают контакта топлива с маслом из-за возможности эмульгирования и старения последнего. Поэтому кинематическая схема двигателя должна предусматривать крейцкопфный узел в механизме преобразования движения и отделение цилиндра от картера двигателя. В качестве такого варианта можно применить кривошипно-кулисный механизм преобразования движения с линейным перемещением штока поршня, отделением цилиндра от масляного картера и использованием подпоршневого объема в качестве продувочного насоса в двухтактном цикле. Уплотнение поршня в цилиндре может быть сухим, с помощью компрессионных колец из железографита. В качестве механизма газораспределения применима клапанно-щелевая схема с выпуском отработавших газов через клапаны в головке цилиндра и впуском продувочного воздуха через окна в средней части цилиндра с поворотной гильзой.

Учитывая особенности кривошипно-кулисного механизма, обладающего более высоким, по сравнению с традиционным кривошипно-шатунным механизмом, механическим КПД, эффективный КПД двигателя на азотных топливах может быть близок к 70 %, что в 2 раза выше, чем для бензиновых двигателей и дизелей.

И еще одно. По объемному расходу топлива "воздушно-пороховой" двигатель будет уступать обычным ДВС в 2—2,5 раза. Однако это отразится лишь на емкости автомобильных топливных баков, не более. Если же учесть, что стоимость единицы механической энергии, произведенной с использованием азотных топлив, оказывается меньше в 3 раза, то ясно, что "овчинка стоит выделки".

Азотное топливо должно рассматриваться как новое направление в получении и использовании альтернативных, возобновляемых и экологически чистых источников энергии для автомобильного, железнодорожного, речного и морского транспорта, а также для электроэнергетики (в основном, для автономных и локальных энергоустановок), привода дорожно-строительных и подъемно-транспортных машин и механизмов, двигателей механизмов в шахтах и горных выработках, снабжения сжатым газом пневматического инструмента и т. д. Но учитывая, что в современных условиях автомобильный транспорт является основным потребителем энергии химических топлив, именно автомобильная промышленность может и должна одной из первых освоить применение этого перспективного топлива.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 621.43-231.311

Для увеличения срока службы элементов КШМ

Канд. техн. наук А.Н. ТЮРИН

Западно-Казахстанский АТУ имени Жангир хана

Элементы кривошипно-шатунной группы автомобильных двигателей работают, как известно, в условиях знакопеременных нагрузок. Причем нагрузок больших. В результате у карбюраторных двигателей напряжения изгиба в среднем сечении шатунной шейки достигают 65—90 МПа (650—900 кгс/см^2), а максимальные условные давления, приходящиеся на проекцию опорной поверхности шатунного вкладыша, — 15—25 МПа (150—250 кгс/см^2).

Примерно такая же картина и у безнаддувных дизелей: напряжения изгиба по среднему сечению шатунной шейки коленчатого вала составляют 40—70 МПа (400—700 кгс/см^2), а максимальные условные давления на проекцию опорной поверхности вкладыша шатунной шейки при окружной скорости на поверхности шейки, равной 8—11 м/с, — 20—35 МПа (200—350 кгс/см^2).

Условия работы коренных шеек и их подшипников тоже не из легких. Сочетание повышенных овальности, конусообразности и биения этих шеек и постелей в блоке, вертикальные, поперечные и осевые колебания коленчатого вала приводят к появлению больших местных давлений, нарушению взаимного расположения рабочей поверхности коренных шеек и вкладышей и к их несоосности. Более того, даже у хорошо изготовленного нового двигателя нагруженность коренных подшипников коленчатого вала силами давления газа и инерционными силами в плоскостях кривошипов всегда больше, чем в перпендикулярных им плоскостях. То есть обусловленные этими силами нагрузки по окружности коренных подшипников распределяются неравномерно. Причем данная неравномерность значительно больше, чем по длине подшипников. Отсюда и более неравное распределение толщины смазочного слоя по окружности, чем по длине шеек. Со всеми вытекающими последствиями.

Все перечисленное хорошо известно специалистам. Как и то, что из-за неравномерности нагрузок коленчатые валы многоцилиндровых ДВС разрушаются, как правило, в определенных местах. Причем разрушения носят регулярный характер. Это прежде всего сечения шеек, проходящие через галтели коренных и шатунных шеек. И начинаются они с зарождения начальной трещины большей частью в галтели шатунной шейки.

Менее распространены поломки по шатунным шейкам с зарождением трещины в местах выхода на поверхность каналов для смазки. Реже, но встречаются разрушения по щекам коленчатого вала в местах выхода на их поверхность разгружающих отверстий в шатунных шейках. Поэтому традиционный расчет запасов прочности коленчатых валов обязательно включает определение коэффициентов концентрации напряжений в их галтелях.

Сказанное выше, безусловно, верно. Но оно дает лишь общую картину. В связи с этим автор попытался выделить основные типы выработок поверхностей коренных и шатунных шеек ряда коленчатых валов дизелей и карбюраторных двигателей.

В частности, удалось установить, что параметры поверхностей коренных и шатунных шеек в процессе эксплуатации изменяются во вполне определенных диапазонах: выпуклость колеблется от 0,01 до 0,12 мм, вогнутость — от 0,01 до 0,23 мм, конусность по ширине шейки — от 0,01 до 0,13 мм. Но значение каждого отклонения зависит от типа шейки.

Так, у коренных шеек выпуклость поверхности встречается на 36 % изношенных валов, вогнутость — на 20, конусность — на 40 и равномерный износ — на 4 %. У шатунных шеек — 15 %, 38, 45 и 2 % соответственно.

Из этих цифр можно сделать вывод: действующие напряжения распределяются по поверхности неравномерно, т. е. имеются места концентрации напряжений, в которых и происходит наибольший износ поверхности. Например, коренные шейки испытывают действие изгибающих моментов от поршневой группы по обе стороны, и основная концентрация напряжений приходится на место сопряжений со щеками, т. е. на галтели, в связи с чем доминирующий профиль изношенной поверхности выпуклый и конусообразный. Шатунные же шейки испытывают основную нагрузку от шатуна, которая в основном сконцентрирована в середине шейки, поэтому профиль поверхности преимущественно вогнутый в центре и конусообразный по длине шейки.

Характерным для коренных и шатунных шеек является то, что более 40 % из них имеют конический износ поверхности, что, возможно, связано с подвижностью головки шатуна по отношению к поверхности шейки (в пределах 0,1—0,15 мм) и несколько перераспределяет действующие напряжения в сторону смещения.

И здесь напрашивается еще один вывод: чтобы повысить ресурс и долговечность коленчатых валов, контактным поверхностям коренных и шатунных шеек необходимо придавать такую геометрическую форму, которая обеспечивает более равномерное распределение напряжений по их поверхности. Почему — рассмотрим на примере шатунов.

В процессе эксплуатации автотракторных двигателей у шатунов имеют место усталостные разрушения, прогибы и скручивания стержня, деформация и изнашивание гнезд под вкладыши, ослабление посадки и изнашивание втулки верхней головки, обрыв болтов и т. д. По мнению автора, причины большинства этих неисправностей кроются в исходных технологических

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

параметрах шатунов и неотработанности технологии их сборки и восстановления.

В самом деле: если обрыв шатунных болтов и разрушение шатуна зависят от его прочности и концентраторов напряжения, то выплавление шатунных вкладышей и их проворот в нижней головке шатуна с большой вероятностью обусловлены геометрией шатуна и его нижней головки, качеством шатунных вкладышей, размерами выступа вкладыша до затяжки, равномерностью и точностью затяжки шатунных болтов.

Что это именно так, свидетельствует опыт.

Например, при изготовлении и ремонте двигателей применяют стандартные вкладыши, а порядок и величина затяжки болтов крышки нижней головки строго регламентированы. Значит, при точном выполнении требований инструкции основными факторами, определяющими работоспособность шатуна, оказываются его размеры, геометрия нижней головки и межцентровое расстояние верхней и нижней головок. Причем многие считают, что у нового или мало работавшего двигателя с этим все в порядке: гнездо под вкладыши деформируется только после длительной эксплуатации. Однако микрометраж нижних готовок шатунов различных, в том числе новых и поступивших в ремонт, двигателей говорит о другом: величина их диаметра еще до установки в двигатель, как правило, существенно отклоняется от заданной чертежом. Есть значительные отклонения и от круглости. Более того, после перезатяжки шатунных болтов некруглость возрастает. Как и взаимное смещение поверхностей стыка шатуна и крышки. Именно поэтому у капитально отремонтированных двигателей ЯМЗ-238НБ и КамАЗ-740, комплектуемых шатунами из запасных частей, после затяжки болтов соответственно 42 и 100 % нижних головок с вкладышами приобретают форму эллипса, причем с овальностью выше допустимых значений. (Например, после установки вкладышей в гнездо нижней головки шатуна двигателя КамАЗ-740 и затяжки шатунных болтов овальность составляет 20—60 мкм, а смещения по разъему крышек — 0—30 мкм.) При этом снижается контакт вкладыша с постелью и ухудшаются условия теплоотвода от вкладыша, что ведет к перегреву подшипника, дополнительным деформациям вкладыша и его проворачиванию. Почему — хорошо известно: теплоту Q_c, отводимую от подшипника через его стенки в постель за единицу времени, дает формула $Q_c = 4{,}18k\pi dl(T - T_{ср})$, в которой k — коэффициент теплоотдачи соприкосновением и лучеиспусканием, отнесенный к внутренней поверхности $F = \pi dl$ подшипника; d и l — соответственно диаметр и длина подшипника; T — абсолютная температура подшипника; $T_{ср}$ — абсолютная температура среды, окружающей подшипник. Для недеформированных тонкостенных шатунных подшипников суммарный коэффициент теплоотдачи $k \approx 23 \cdot 10^{-6}$ кДж/(см^2 · К), а у деформированных он снижается до $5{,}0 \cdot 10^{-6}$ кДж/(см^2 · К), т. е. почти в 5 раз. Итог — тепловые деформации вкладышей, которые, к тому же, способствуют развитию интенсивной фреттинг-коррозии пары трения "наружная поверхность вкладыша—нижняя головка шатуна" и, следовательно, ухудшению условий теплоотвода от вкладыша к постели.

Диаметральный зазор в паре "шатунная шейка—вкладыш" сильно зависит также от колебаний толщины вкладыша и диаметра отверстия нижней головки шатуна. Не менее сильно он зависит от качества затяжки шатунных болтов: при затяжке вкладыши деформируются в поперечной плоскости с образованием корсетности по образующей, поэтому номинальная площадь прилегания вкладыша к постели становится еще меньше, что приводит еще и к уменьшению фактического зазора между шатунной шейкой и подшипником.

Наконец, сказывается и шероховатость сопрягаемых поверхностей деталей: они соприкасаются не по номинальной площади контакта, а только в отдельных точках, по вершинам соприкасающихся неровностей. Поэтому фактическая площадь контакта очень мала и составляет тысячные доли номинальной его площади.

Таким образом, статистические исследования деформации нижней головки шатуна в процессе затяжки шатунных болтов, а также ее дальнейшей деформации и износа в процессе эксплуатации показывают, что сама геометрическая форма контактной поверхности со вкладышем, действительно, должна быть оптимальной, позволяющей более равномерно распределить по поверхности контакта возникающие при работе напряжения. И это чисто технологическая задача, решить которую по силам не только мощным моторным заводам, но и ремонтным предприятиям.

УДК 662.614.2:531.65

Энергетический коэффициент эффективности транспортного процесса

(В порядке обсуждения)

М.И. РОМАНЧЕНКО

Белгородская ГСХА

Для оценки эффективности транспортного процесса, осуществляемого автотранспортными средствами, с позиции топливной экономичности последних применяют, как известно, различные относительные показатели, учитывающие расход топлива на совершение транспортной работы. Например, отношение $g_{ткм}$ — расход $Q_т$ топлива, затраченного на перевозку груза, к произведению массы $m_{гр}$ груза на расстояние S перевозки (формула № 1 в таблице). Как видим, этот показатель не учитывает продолжительность t транспортного процесса, которая определяется в первую очередь скоростью v движения АТС.

Второй из применяемых показателей — $g_{ткм/ч}$, который равен отношению расхода $Q_т$ к произведению массы груза на скорость его перемещения, т. е. скорость v АТС (формула № 2).

Данный показатель (его называют эффективной топливной экономичностью) позволяет наиболее полно сравнивать эффективность топливоиспользования автомобилями различных типов и моделей в

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

№ формулы	Формула	Примечания
1	$g_{ткм} = Q_т/(m_{гр}S)$	—
2	$g_{ткм/ч} = Q_т/(m_{гр}v)$	—
3	$W_{тр} = m_{гр}gf_кS$	g — ускорение свободного падения
4	$W_{тр} = P_тS$	—
5	$Э = 100Q\delta H_и/W$	Q — количество топлива, расходуемого автомобилем в течение года; δ — плотность топлива; $H_и$ — теплотворная способность топлива; W — годовой грузооборот
6	$E_{кин} = 0{,}5m_{гр}v^2$	—
7	$E_{пот} = Q_тH_и$	—
8	$\eta_э = Q_тH_и/(0{,}5m_{гр}v^2t)$	—
9	$E_{абс} = П/K$	$П$ — прибыль; K — капитальные вложения
10	$P_{общ} = П_б/(C_{оф} + C_{ноб})$	$П_б$ — балансовая прибыль; $C_{оф}$ — среднегодовая стоимость основных фондов; $C_{ноб}$ — стоимость нормируемых оборотных средств

эксплуатационных условиях в зависимости от их конструктивных особенностей, полезной нагрузки, природно-климатических условий, продолжительности транспортного процесса и оптимизировать эксплуатационный режим движения. В частности, В.Н. Иванов и В.И. Ерохов в свое время на его основе разработали довольно интересную с практической точки зрения методику определения оптимальной скорости движения автомобилей в функции традиционного показателя топливной экономичности (л/км).

Но и его, к сожалению, нельзя назвать совершенным, поскольку транспортная работа $W_{тр}$ в виде произведения $m_{гр}S$ (г · км) не отражает физической сущности перемещения груза в реальных условиях, которые отличаются многообразием факторов внешней среды, влияющих на сопротивление движению.

Включение в показатель эффективности транспортного процесса коэффициента $f_к$ сопротивления качению или силы $P_т$ тяги, необходимой для поддержания скорости перемещения груза, с тем, чтобы определять транспортную работу $W_{тр}$ по формулам № 3 или 4, тоже не из удачных решений. Оно сложное, так как сейчас пока нет надежных бортовых измерительных средств и достоверных способов непрерывной регистрации и учета величин $f_к$ и $P_т$.

Еще один из известных показателей — энергоемкость $Э$ перевозок. Он предложен Д.П. Великановым, рассчитывается по формуле № 5 и дает количество энергии, расходуемой на совершение транспортного (перевозочного) процесса отдельно взятым транспортным средством, и поэтому тоже может служить мерилом эффективности транспортного процесса. Более того, он в определенной степени универсален: по нему можно сопоставлять эффективности применения автомобилей с бензиновыми двигателями, дизелями и другими типами двигателей. Хотя он обладает тем же недостатком, что и показатель, подсчитываемый по формуле № 1, но вместе с тем имеет существенное преимущество перед ним: расход топлива представлен энергетическим эквивалентом.

Таким образом, все перечисленные выше показатели полной (всесторонней) оценки эффективности транспортного процесса дать не могут. Здесь, очевидно, нужны другие подходы. И в основу такого подхода, думается, надо положить физику перемещения грузов с помощью АТС.

Действительно, с физической точки зрения процесс перемещения груза — движение материального тела, обладающего некоторой кинетической энергией, величина которой рассчитывается по известной из школьного курса формуле № 6.

Цель, преследуемая при совершении транспортного процесса, — придание или сообщение телу наибольшей кинетической энергии $E_{кин} \to \max$ и поддержание ее на этом уровне как можно дольше при минимальных затратах потенциальной энергии, получаемой извне, т. е. $E_{пот} \to \min$ ($E_{пот}$ подсчитывается по формуле № 7).

На микроуровне процесс можно рассматривать как дискретный. Дозированная порция потенциальной энергии сгорающего топлива направлена на восполнение убывающей из-за наличия сил сопротивления движению кинетической энергии тела на некоторую величину. Но поскольку дозированный отпуск потенциальной энергии происходит во времени, оценочным параметром качества этого процесса может служить интенсивность или скорость передачи энергии $E_{пот}/t$, т. е. мощность потенциальной (тепловой) энергии. Она, очевидно, должна быть минимальной: $\frac{E_{пот}}{t} \to \min$.

Для компромиссного удовлетворения двух ($E_{кин} \to \max$ и $\frac{E_{пот}}{t} \to \min$) целевых функций в качестве оценочного критерия эффективности транспортного процесса предлагается использовать минимальное значение энергетического показателя, относительного коэффициента $\eta_э$ (формула № 8). В ней, как видим, числитель представляет собой потенциальную энергию количества (порции) топлива, расходуемого на совершение транспортной работы в течение времени t, а знаменатель отражает кинетическую энергию движения груза, развернутую во времени, т. е. действие. (Как физическая величина действие находит широкое применение в аналитической и квантовой механике. Его размерность в системе СИ — Дж · с.)

Физический смысл энергетического коэффициента заключается в оценке затрат топлива в потенциальном энергетическом исчислении на поддержание кинетической энергии груза в течение времени его транспортирования, т. е. на совершение действия. Иными словами, $\eta_э$ характеризует потенциальную мощность сгорания топлива, необходимого для поддержания кинетической энергии движения груза.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Данный коэффициент по структуре своего построения имеет сходство с коэффициентом абсолютной эффективности капитальных вложений $E_{абс}$ (формула № 9) и общей рентабельностью $P_{общ}$ (формула № 10).

Показатели $E_{абс}$ и $P_{общ}$ обладают размерностью частоты (1/год), поскольку прибыль исчисляется за сравнительно короткий промежуток времени — один год, а капитальные вложения и основные фонды рассчитаны на использование в течение более длительного времени.

Отличие целевых функций коэффициента абсолютной эффективности капитальных вложений $E_{абс} \to \max$ и общей рентабельности $P_{общ} \to \max$ от целевой функции энергетического коэффициента $\eta_э \to \min$ заключается в том, что они имеют противоположную направленность.

Таким образом, предлагаемый энергетический коэффициент эффективности транспортного процесса не противоречит физическому смыслу, так как он находит свое отражение в системе СИ, а по структуре своего построения аналогичен показателям экономической эффективности, применяемым в производственной сфере и сфере услуг, в том числе транспортных. Кроме того, пороговым численным значением энергетического коэффициента является единица при условном разделении всех возможных значений $\eta_э$ на два диапазона — $0 < \eta_э \leqslant 1$ и $\eta_э > 1$, что очень удобно для субъективного восприятия относительной физической величины. Случай, когда $\eta_э$ значительно больше единицы, может иметь место при заведомо нерациональных режимах осуществления транспортного процесса (например, при движении малонагруженного транспортного средства с чрезмерно заниженной скоростью).

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

УДК 621.436.0015

Технология и результаты экспериментальных исследований условий подачи масла к шатунным подшипникам дизелей КамАЗ

Кандидаты техн. наук А.А. МАКУШИН и А.Т. КУЛАКОВ, О.А. КУЛАКОВ

ОАО "КамАЗ-Дизель", Камская ИНЭКА

Условия смазки подшипников коленчатого вала двигателя определяются конструкцией и характером эксплуатации системы смазки. Однако существующие методы ее расчетов не дают возможности точно вычислить, какое давление масла необходимо для смазки шатунных подшипников, а также режимы работы двигателя, при которых эти подшипники гарантированно не испытывают масляного голодания. Поэтому в ОАО "КамАЗ-Дизель" вынуждены были провести специальное исследование. Для этой цели была разработана соответствующая методика, суть которой — одновременное измерение фактического расхода масла через третью (рис. 1) шатунную шейку и сравнение его с количеством масла, которое может пропустить подшипник первой шатунной шейки при одинаковых условиях и номинальном зазоре (0,09—0,10 мм).

Исследования проводили на двигателе КамАЗ-740. Перед их началом коленчатый вал доработали: заглушкой перекрыли (рис. 2) маслоканал первой коренной шейки, в результате чего появилась возможность подавать масло в первую шатунную шейку извне, следовательно, весьма точно измерять его давление и расход.

Доработке подвергли также полумуфту, установленную (рис. 3) на переднем фланце коленчатого вала, так, чтобы в ней можно было закрепить штуцер, обеспечивающий подвод масла к шатунным подшипникам по оси коленчатого вала.

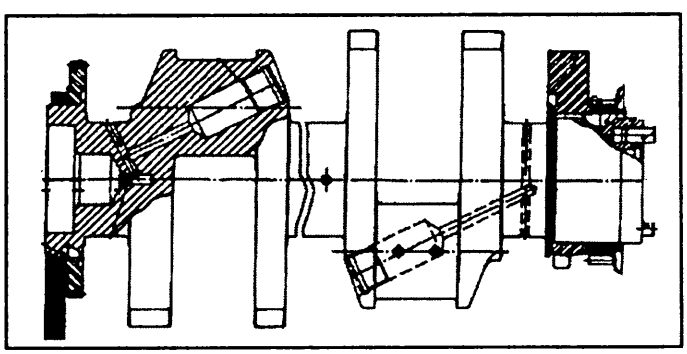


Рис. 1. Расположение масляных каналов коленчатого вала дизеля КамАЗ-740

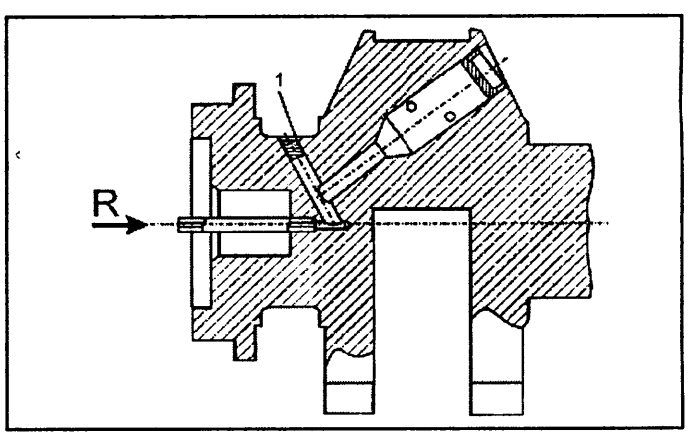


Рис. 2. Схема подвода масла, использованная при измерении расхода масла через первую шатунную шейку коленчатого вала:
1 — заглушка; *2* — отверстие для подвода масла через штуцер в полумуфте

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

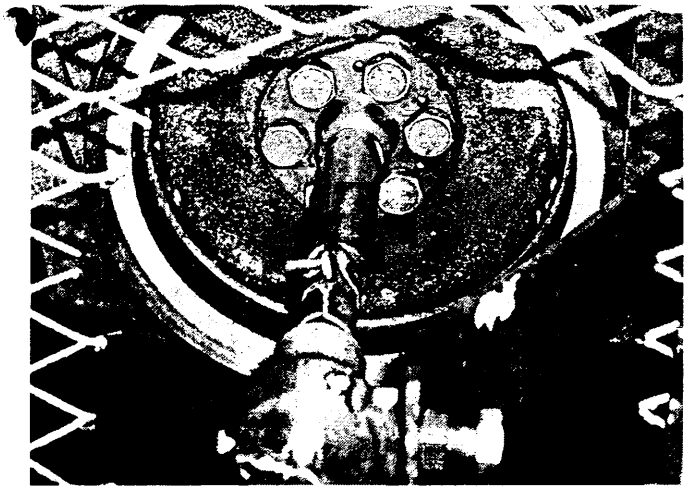


Рис. 3. Подвод масла через полумуфту

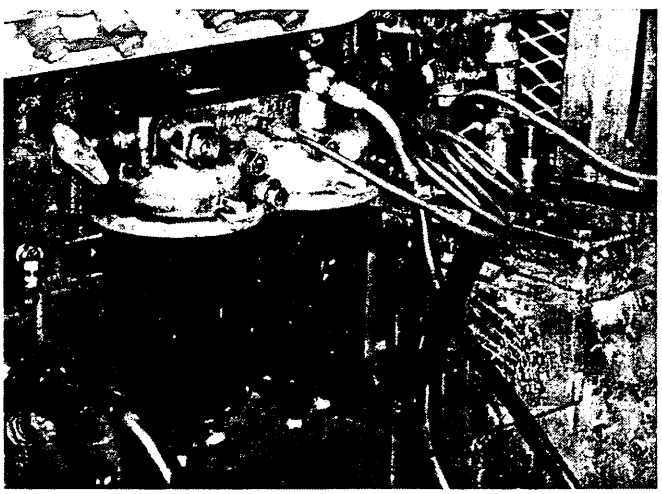


Рис. 4. Отбор масла от фильтра для его подвода к подшипнику первой шатунной шейки

Масляный насос, обеспечивающий подачу и давление масла, тоже претерпел некоторые изменения: чтобы обеспечить максимально возможное давление масла, его дифференциальный клапан заблокировали.

К фильтру полной очистки масла (рис. 4) в области чистого масла прикрепили штуцер с краном слива, масляный манометр и маслопровод, соединенный с отверстием для подвода масла в штуцере полумуфты коленчатого вала, в который "врезали" счетчик ШЖУ-25М расхода масла.

Для замеров расхода масла, идущего на слив с третьей шатунной шейки, в блоке цилиндров (в районе третьей и четвертой коренных опор) создали изолированный "отсек" (рис. 5). При этом с целью исключения попадания в него масла с третьей и четвертой втулок распределительного вала между перегородками блока цилиндров закрепили металлическую пластину *1* и на опорах третьей и четвертой коренных шеек коленчатого вала установили уплотнительные манжеты *2*.

В нижней части блока между третьей и четвертой коренными опорами смонтировали изолированный поддон *3*, сливную трубку которого вывели через основной поддон двигателя наружу.

Эти доработки проведены для того, чтобы в изолированном поддоне собиралось только масло, поступившее через шатунные подшипники третьего и седьмого цилиндров двигателя.

Расход масла через шатунные подшипники этих цилиндров определяли замером количества масла, поступившего за 1 мин из изолированного поддона *3* в мерную емкость *4*, на различных режимах работы двигателя. Перед его сборкой провели микрометраж диаметра шатунных шеек. В результате зазор в подшипнике первой шатунной шейки составлял 0,09, а в подшипнике третьей — 0,1 мм.

После пуска и прогрева двигателя давление в системе смазки установили равным 0,2 МПа (2 кгс/см^2) и сняли его скоростную внешнюю характеристику. Затем операцию повторяли, каждый раз поднимая давление в системе смазки на 0,1 МПа. И так до тех пор, пока давление в системе составило 0,7 МПа (7 кгс/см^2). В результате были построены зависимости расхода Q масла через подшипники первой (рис. 6) и третьей (рис. 7) шатунных шеек от давления в двигателе и частоты вращения коленчатого вала.

Как видно из рисунков, действительный расход масла в области давлений от 0,3 МПа ниже достижимого (потребного), т. е. ниже расхода через подшипник первой шатунной шейки. Кроме того, на выходе подшипника третьей шатунной шейки выявлен эффект "пульсации" масляного потока, который представляет собой периодическое, в течение 30—40 с, сни-

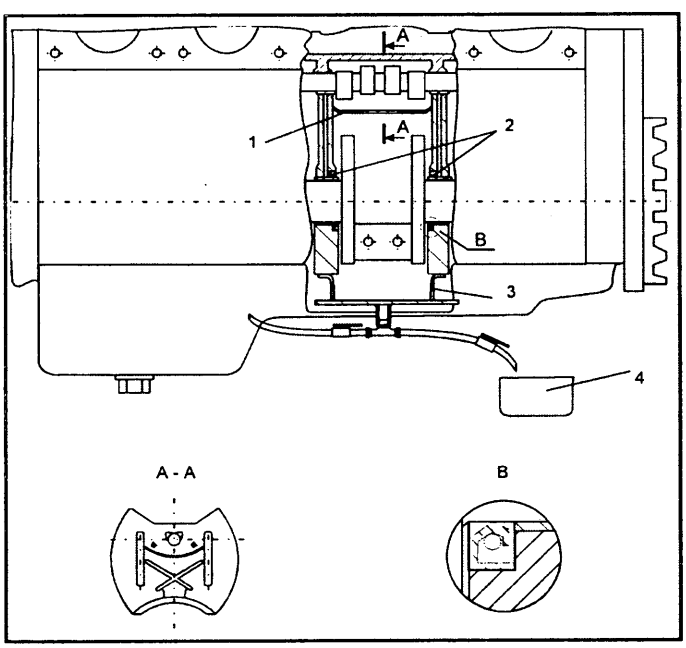


Рис. 5. Схема измерения фактического (через подшипники третьей шатунной шейки) расхода масла:
1 — металлическая перегородка; *2* — уплотнительные манжеты; *3* — поддон; *4* — мерная емкость

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

жение и увеличение интенсивности истечения масла. Правда, данная пульсация наблюдалась не на всех частотах вращения коленчатого вала, а лишь начиная с 1600 мин$^{-1}$. Причем всегда в области перегиба кривой действительного расхода и ее пересечения с кривой потребного расхода (рис. 8).

При давлениях в системе смазки выше, чем в точках перегиба кривых, шатунная полость заполнялась масло. В интервале давлений между состоянием, когда полость пуста и заполнена, наблюдались пульсации. Этот режим происходил, очевидно, при отрицательном и нулевом балансе расхода масла из шатунной полости через подшипники и притока в нее.

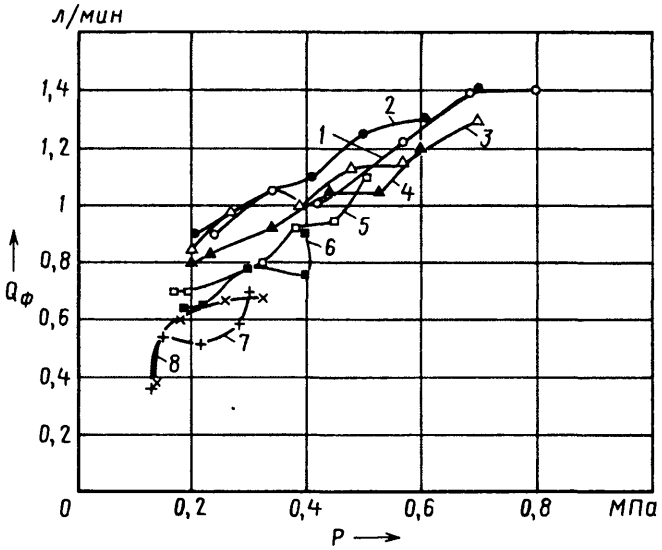


Рис. 6. Зависимость достижимого (через подшипники первой шатунной шейки) расхода масла от его давления после насоса и частоты вращения коленчатого вала:

1 — n = 2900 мин$^{-1}$; *2* — n = 2600 мин$^{-1}$; *3* — n = 2400 мин$^{-1}$; *4* — n = 2200 мин$^{-1}$; *5* — n = 2000 мин$^{-1}$; *6* — n = 1800 мин$^{-1}$; *7* — n = 1600 мин$^{-1}$; *8* — n = 1400 мин$^{-1}$

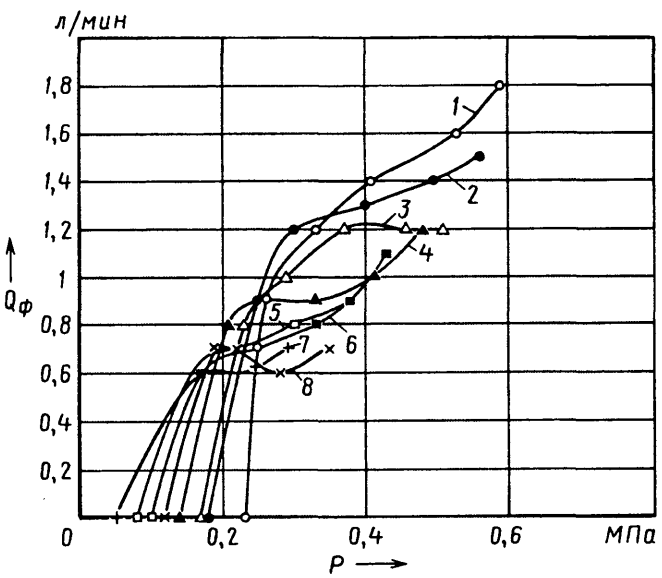


Рис. 7. Зависимость фактического (через подшипник третьей шатунной шейки) расхода масла от его давления и частоты вращения коленчатого вала:

1 — n = 2900 мин$^{-1}$; *2* — n = 2600 мин$^{-1}$; *3* — n = 2400 мин$^{-1}$; *4* — n = 2200 мин$^{-1}$; *5* — n = 2000 мин$^{-1}$; *6* — n = 1800 мин$^{-1}$; *7* — n = 1600 мин$^{-1}$; *8* — n = 1400 мин$^{-1}$

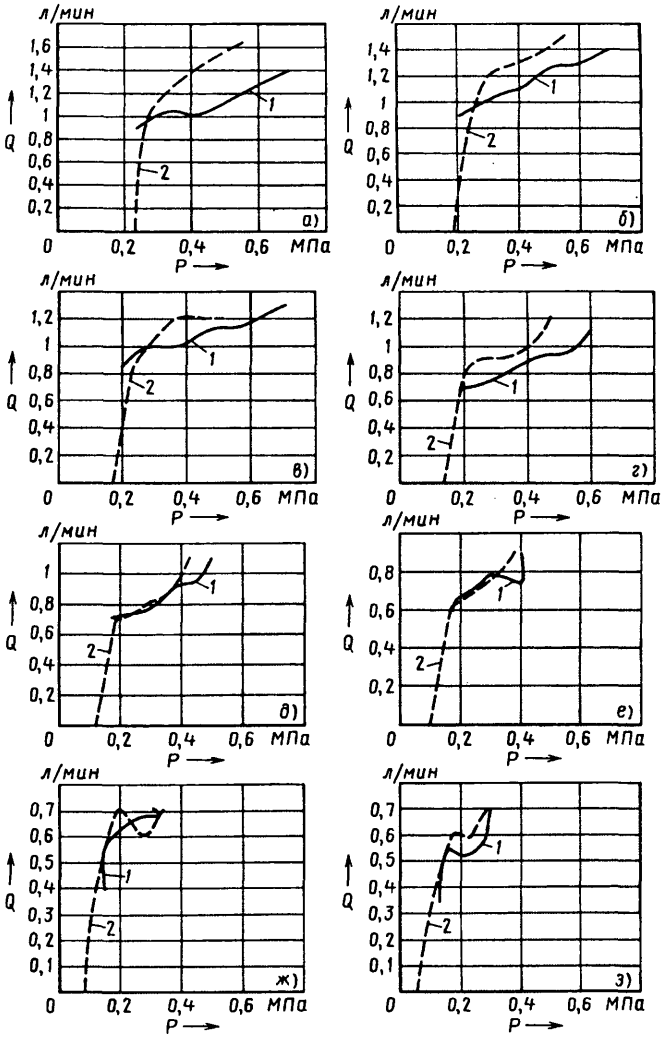


Рис. 8. Зависимость фактического расхода масла через подшипник третьей шатунной шейки (1) и потребного расхода (2) через подшипник первой шатунной шейки от давления после насоса и частоты вращения коленчатого вала:

а — n = 2900 мин$^{-1}$; *б* — n = 2600 мин$^{-1}$; *в* — n = 2400 мин$^{-1}$; *г* — n = 2200 мин$^{-1}$; *д* — n = 2000 мин$^{-1}$; *е* — n = 1800 мин$^{-1}$; *ж* — n = 1600 мин$^{-1}$; *з* — n = 1400 мин$^{-1}$

Таким образом, технология и результаты экспериментальных исследований по определению фактического расхода масла через шатунные шейки коленчатого вала позволили уточнить методы расчета системы смазки, а также определить критическое и необходимое давление масла для надежного смазывания шатунных подшипников в эксплуатации, выявить режимы работы дизеля КамАЗ, на которых может наступить масляное голодание его шатунных подшипников, а также режимы устойчивой работы всей системы смазки.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

УДК 629.43

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗАЦИИ БАЛАНСИРОВАНИЯ ГИБКИХ СИСТЕМ ДВИГАТЕЛЯ

Канд. техн. наук Н.В. КОРНЕЕВ

МГТУ "МАМИ"

Причины вибрации автомобиля разнообразны. Но особое место здесь занимает вибрация, связанная с неравномерностью вращения деталей. Таких, как колеса, карданный вал, коленчатый вал двигателя и др. Именно их неуравновешенность вызывает ряд отрицательных последствий, начиная от повышенного износа деталей и узлов и кончая дискомфортом, утомляемостью водителя и пассажиров, что в комплексе, безусловно, снижает безопасность движения. Причем особенно опасна неуравновешенность передних колес: она вызывает вибрацию подвески и потерю управляемости автомобиля.

Традиционный и достаточно эффективный метод борьбы с вибрацией перечисленных элементов конструкции автомобиля — их балансировка. Однако стремительное развитие техники требует совершенствования применяемых в настоящее время методов. И прежде всего — разработки автоматизированных методов. И с этой точки зрения вибрация коленчатого вала двигателя — наиболее сложная из задач. Поэтому ее и рассмотрим.

Точнее, рассмотрим статическое уравновешивание кривошипно-ползунного механизма методом подобия.

Возьмем центральный кривошипно-ползунный механизм OAB (рис. 1) и векторно определим центр M его масс.

Очевидно, что вектор OM представляет собой сумму векторов L_1 (кривошипа), L_2 (шатуна) и L_3 (ползуна), подсчитываемую по формуле № 1 (см. таблицу).

Допустим далее, что первые два вектора удовлетворяют условию, записанному в виде формулы № 2.

Тогда есть все основания записать систему уравнений, состоящую из формул № 3, а из нее после элементарных преобразований получить формулу № 4, которая представляет собой условие уравновешенности вращающихся массы m_1 кривошипа вместе с корректирующей массой и части (Δm_2) массы шатуна, приведенной статически к точке A кривошипа.

Таким образом, для реализации условия, записанного в виде формулы № 1, кривошипу нужно придать такую форму, чтобы его дисбаланс D относительно оси вращения соответствовал формуле № 5.

Если это условие выполнено, то центр масс M механизма будет двигаться вдоль оси направляющей OX с ускорением a, величину которого дает формула № 6.

Коэффициенты χ, входящие в данную формулу, зависят от геометрического параметра OA/AB и могут быть определены из рис. 2.

Сформулируем теперь общее условие уравновешивания коленчатого вала.

Допустим, что геометрические оси цилиндров и ось вращения коленчатого вала расположены в одной плоскости и для каждого кривошипно-ползунного механизма справедлива формула № 3. При этих условиях на остов (блок) двигателя вдоль геометрических осей цилиндров действуют неуравновешенные силы P_i, состоящие из сил ($P_i^1 + P_i^2 + P_i^3 + ...$) различных порядков. Эти силы, очевидно, вызывают вынужденные колебания блока и создают динамическое давление во всех кинематических парах. Поэтому их нужно уравновесить (формула № 7).

Но силы P_i в многоцилиндровых ДВС нельзя уравновесить, прикрепив корректирующую массу к кривошипу кривошипно-ползунного механизма каждого цилиндра. Однако это вполне возможно путем взаимного уравновешивания сил первого, второго, а в некоторых случаях и более высокого порядка. Причем с помощью простейших конструктивных средств. Например, выбором относительного расположения кривошипов и подбором величин поступательно движущихся масс. Как конкретно, рассмотрим на примере коленчатого вала двигателя ВАЗ-2112 в сборе с поршневой группой (рис. 3), т. е. четырехцилиндровой системы с кривошипами, расположенными под углом 180°.

№ формулы	Формула	Примечания
1	$\overrightarrow{OM} = \vec{L}_1 + \vec{L}_2 + \vec{L}_3$	—
2	$\frac{L_1}{OA} = \frac{L_2}{AB}$	—
3	$L_1 = \frac{m_1 OM_1 + (m_2 + m_3) OA}{m_1 + m_2 + m_3}$; $L_2 = \frac{m_2 AM_2 + m_3 AB}{m_1 + m_2 + m_3}$	m_1, m_2, m_3 — соответственно массы кривошипа, шатуна и ползуна
4	$m_1 OM_1 = -m_{2A} OA$	$m_{2A} = m_2 \frac{BM_2}{AB}$ — часть массы шатуна, приведенная статически к точке A кривошипа
5	$D = m_{2A} OA$	—
6	$a = L_1\omega^2\delta = L_1\omega^2(\cos(\varphi) + \chi_1\cos(2\varphi) + \chi_4\cos(4\varphi) + \chi_6\cos(6\varphi))$	ω — угловая скорость вращения кривошипа; χ_1, χ_4, χ_6 — коэффициенты полинома δ
7	$P_i^{(1)} = \omega^2 m_1 OA$	i — номер цилиндра двигателя
8	$P_1^{(1)} = P_4^{(1)} = \omega^2 m_1 OA\cos(\varphi_1)$; $P_2^{(1)} = P_3^{(1)} = -P_1^{(1)}$	—
9	$M_{1,2}^{(1)} = \omega^2 m_{1,2} L_{1,2} OA\cos(\varphi_1)$; $M_{3,4}^{(1)} = -M_{1,2}^{(1)}$	—
10	$R_{1,2,3,4}^{n} = 4\omega^2 m_{1,2,3,4} \times \chi_n OA\cos(n\varphi_1)$	—

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Возьмем вспомогательные векторы $P_i^{(1)}$ ($i = 1, 2, 3, 4$), равные по модулю: $P_i^{(1)} = \omega^2 m_1 OA$, и направим их по соответствующим кривошипам.

Проектируя эти векторы на геометрические оси цилиндров, найдем неуравновешенные силы первого порядка по величине и направлению. Они, исходя из рис. 3, соответствуют формуле № 8, из которой, а также из рис. 3 следует, что неуравновешенные силы первого порядка образуют две пары сил с равными по величине и противоположными по знаку моментами (формулы № 9).

Неуравновешенные силы второго, четвертого и вообще любого четного порядка приводятся для рассматриваемой системы к равнодействующим, линии

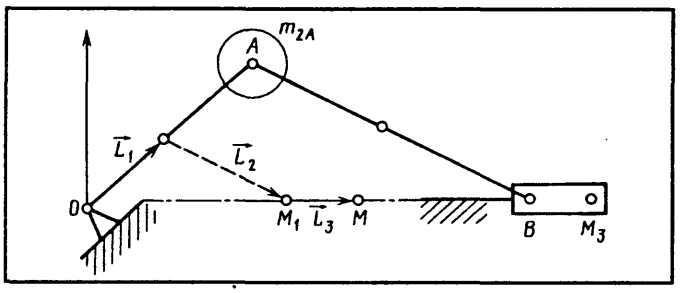


Рис. 1. Схема кривошипно-ползунного механизма ДВС

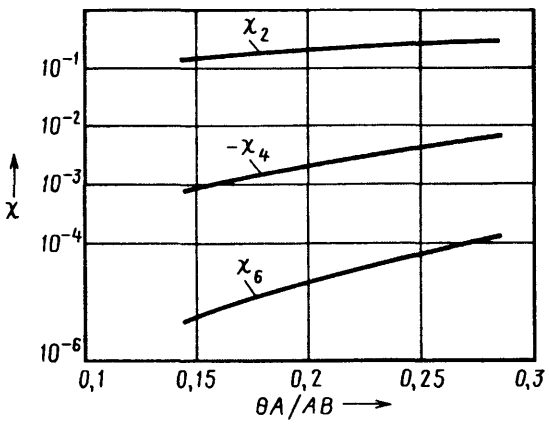


Рис. 2. Зависимость коэффициента полинома δ от отношения OA/AB

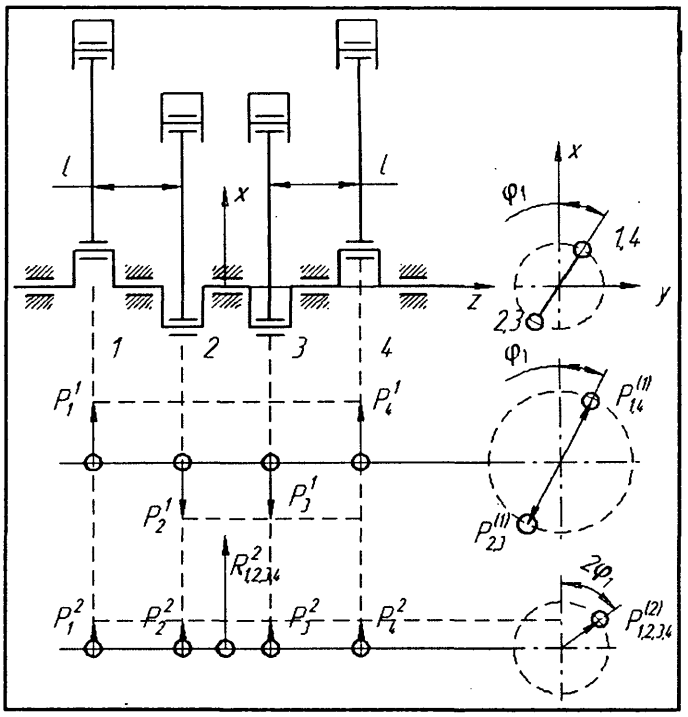


Рис. 3. Схема кривошипно-шатунного механизма двигателя ВАЗ-2112

действия которых проходят через среднюю точку коленчатого вала.

Таким образом, равнодействующая $R_{1,2,3,4}^n$ неуравновешенных сил n-го порядка дает формула № 10.

С учетом рассмотренного выше алгоритма балансировку коленчатого вала двигателя ВАЗ-2112 можно проводить на обычном балансировочном станке, оснащенном устройством для математической реализации алгоритма и расчета параметров корректирующих масс, которые удовлетворяют условиям минимальных динамических прогибов вала в заданных точках и устранения динамических реакций опор.

Наконец, следует отметить, что реализация данных алгоритма и технологии позволяет решить и задачу стационарного изгиба коленчатого вала, тем самым повышая его надежность и ресурс.

УДК 629.1.075

Метод потребительской оценки управляемости АТС

Д-р техн. наук И.В. ХОДЕС, В.А. НАЛИМОВ, Д.А. ТЕРЕХОВ

Волгоградский ГТУ

Для характеристики свойств управляемости автомобилей и их численной оценки известно достаточно много расчетных и экспериментальных показателей. Однако многие из них характеризуют не столько управляемость, сколько маневренность, устойчивость, стабилизацию. Прямой же комплексной оценки управляемости как свойства воспроизводить задаваемую через рулевой привод траекторию, т. е. важнейшее из потребительских свойств АТС, фактически нет. Это крайне неудобно как для тех, кто проектирует, так и для тех, кто эксплуатирует транспортные средства. Между тем анализ, выполненный в ВолгГТУ, показал: задача разрешима. Такой показатель можно получить. Причем настолько достоверный, что он вполне пригоден для включения в перечень сертификационных показателей АТС. То есть в один ряд с топливной экономичностью, динамикой разгона и торможения, поперечной устойчивостью и др.

Суть решения довольно проста и логична. Она — в сопоставлении тестовой теоретической траектории $y_S(t)$, задаваемой периодическим поворотом управляемых колес с обоснованием амплитуды поворота, частоты и скорости движения автомобиля с динамически воспроизво-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

димой траекторией, в которой проявляют себя следующие шесть поперечных динамических искажений теоретической траектории: Δy_c — смещение-снос из-за однонаправленного увода шин колес передней и задней осей; $\Delta y_ш$ — смещение с изменением кривизны траектории из-за неодинакового увода осей; $\Delta y_п$ — смещение из-за доворотов от упругих, преимущественно вертикальных, деформаций подвески; $\Delta y_к$ — смещение из-за неодинаковых доворотов от креновой деформации подвески с изменением кривизны траектории движения; $\Delta y_{р+с}$ — смещение из-за кинематической и динамической неопределенности на участке рулевого привода и несоответствия углов установки управляемых колес по развалу и схождению; $\Delta y_τ$ — смещение из-за продольной задержки вследствие фазового смещения поперечной реакции опорных колес относительно кинематического возмущения, обусловленного демпфирующими свойствами шин в поперечном направлении.

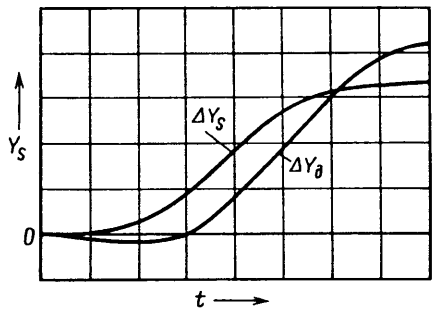


Рис. 1. Тестовая задаваемая теоретическая $Y_S(t)$ и фактически реализуемая $Y_д(t)$ траектории с учетом суммарных динамических искажений

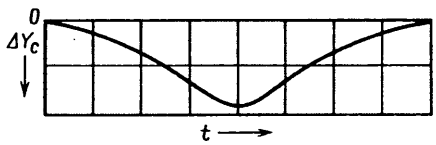


Рис. 2. Поперечное смещение ΔY_C из-за однонаправленного увода шин колес передней и задней осей

С теоретической траекторией, очевидно, проблем нет: она просто задается. Так что решение задачи сводится, по существу, к определению перечисленных ее искажений. Формулы, по которым их рассчитывают для случая аппроксимации периодического поворота управляемых колес, например, функцией синуса $\theta = \theta_0 \sin(2\pi t/T_0)$, и задаваемого поперечного кинематического смещения y_S автомобиля по времени t, определяемого формулой № 1 (см. таблицу и рис. 1), — по формулам № 2—7, которые иллюстрируют рис. 2—7 соответственно.

Получив все составляющие искажений в поперечном направлении,

№ формулы	Формула	Примечания
1	$y_s = \frac{v^2 T_0 \theta_0}{2\pi L}\left(t - \frac{T_0}{2\pi}\sin\frac{2\pi}{T_0}t\right)$	При $0 < t < T_0$ и $S = \frac{v^2 T_0 \theta_0}{2\pi L}$ при $t = T_0$; θ_0 и T_0 — амплитуда и период угла поворота управляемых колес; v — продольная скорость АТС, L — его база; t — текущее время
2	$\Delta y_C = -\frac{P_a U_п v T_0}{4\pi}\left(\frac{\lambda_1}{K_{01}} + \frac{\lambda_2}{K_{02}}\right)\sin^2\frac{\pi}{T_0}t$	P_a — амплитуда центробежной силы; $U_п \approx 1{,}1$ — коэффициент усиления от проявления поперечных колебаний при $T_0 = 0{,}5 \div 2$ с, K_{01}, K_{02} — коэффициенты сопротивления уводу осей с учетом поправочных коэффициентов, λ_1, λ_2 — коэффициенты распределения массы АТС по осям
3	$\Delta y_ш = \frac{P_a U_п v^2 T_0}{2\pi}\left(\frac{\lambda_2}{K_{02}} - \frac{\lambda_1}{K_{01}}\right)\left(t - \frac{T_0}{2\pi}\sin\frac{2\pi}{T_0}t\right)$	—
4	$\Delta y_п = \frac{v T_0}{2\pi}(\theta_{П1} + \theta_{П2})\sin^2\frac{\pi}{T_0}t$	$\theta_{П1}$, $\theta_{П2}$ — углы доворота передней и задней осей в сторону центра поворота
5	$\Delta y_{кр} = \frac{v^2 T_0}{2\pi L}(\theta_{П1} - \theta_{П2})\left(t - \frac{T_0}{2\pi}\sin\frac{2\pi}{T_0}t\right)$	—
6	$\Delta y_{р+сх} = -\frac{v^2 T_0}{2\pi L}\Delta\theta_{р.сх}\left(t - \frac{T_0}{2\pi}\sin\frac{2\pi}{T_0}t\right)$	$\Delta\theta_{р.сх}$ — суммарное угловое перемещение управляемых колес из-за зазоров в рулевом приводе, упругих деформаций на этом же участке и допускаемой неточности установки схождения и развала колес управляемой оси
7	$\Delta y_τ = -\frac{\Delta y_Σ S_τ}{v T_0 + S_τ} = \Delta y_Σ - \Delta y_{Στ} = \frac{(\Delta y_ш + \Delta y_{кр} + \Delta y_{р.сх}) v T_0 \operatorname{arctg}\left(\frac{4\pi h_п T_0}{4\pi^2 - \omega_c^2 T_0^2}\right)}{1 + \operatorname{arctg}\left(\frac{4\pi h_п T_0}{\pi^2 - \omega_c^2 T_0^2}\right)}$	$h_п$, ω_c — коэффициент демпфирования поперечных линейных колебаний и их собственная частота; $S_τ = v\tau$ (см. рис. 7)
8	$\Delta\Sigma = \Delta y_c + \Delta y_ш + \Delta y_п + \Delta y_{кр} + \Delta y_{р+сх} + \Delta y_τ$	—
9	$y_д = y_S(t) + \Delta\Sigma(t)$	—

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

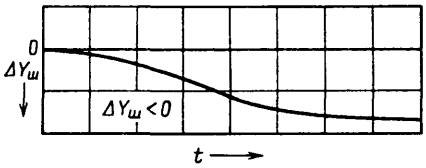


Рис. 3. Поперечное смещение $\Delta Y_{Ш}$ из-за неодинакового увода шин осей с изменением кривизны траектории

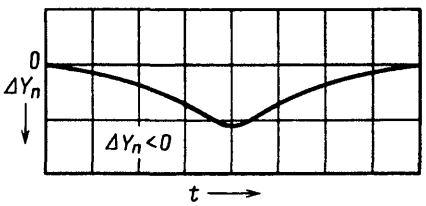


Рис. 4. Поперечное смещение $\Delta Y_{П}$ из-за суммарного доворота передней и задней осей от вертикальных деформаций их подвесок

по формуле № 8 определяем их алгебраическую $\Delta_{\Sigma}(t)$ сумму (рис. 8), а учитывая задаваемое кинематическое смещение $y_S(t)$ — по формулам № 8 и 9 динамическую траекторию $y_д$.

Как видим, на рисунках приведены качественные зависимости, т. е. закономерности, хотя они получены на основе количественных расчетов, соответствующих параметрам автомобилей ВАЗ-2114, Иж-2126, "Шевроле-Нива", ВАЗ-2107 и т. д. Сделано это по простой причине — из-за отсутствия уверенности в исходной базе данных, их недостаточности для анализа и сравнения характеристик этих автомобилей. Тем не менее задача, которую ставили перед собой авторы (показать и выделить наиболее значимую оценку качества управляемости, которой может служить максимальное абсолютное искажение Δ за тестовый период T_0 или относительная величина того же искажения $k_{\Delta} = \Delta/S_0$), ими, думается, решена.

Конечно, возможны, в принципе, и другие интегральные оценки. Например, средние (на конец периода) искажения, а также абсолютные и относительные. Но они, как свидетельствуют результаты анализа, менее показательны. Поэтому авторы уверены: управляемость как потребительское свойство автомобиля следует оценивать величиной относительного максимального искажения траектории k_{Δ} с предварительным обоснованием тестовой амплитуды (угла θ_0) поворота управляемых колес, периодом их синусоидального перемещения T_0 и скорости движения v. Попутно заметим, что наилучшее качество управляемости достигается, если суммарные искажения компенсируют друг друга. Это следует учитывать при проектировании, задавая параметры общей компоновки и подвесок передней и задней осей. При этом нужно иметь в виду, что влияние конструктора ограничено: на y_c — пределами увеличения коэффициента сопротивления увода опорных колес (использование низкопрофильных шин, повышение давления и пр.); на $y_ш$ — из-за неодинакового положения центра масс автомобилей в снаряженном состоянии и при полной загрузке; на $y_{р+с}$ — при конструктивной минимизации искажения на участке рулевого привода и остаточном несоответствии схождения "развалу"; на y_{τ} — из-за фазовой задержки реакции автомобиля на управляющее воздействие.

Таким образом, в арсенале конструктора фактически остается лишь одна возможность — организовать обратный доворот от вертикальной деформации подвески под действием центробежной силы, вызванной кривизной траектории. Чтобы определить требуемые углы этого доворота, можно использовать такие известные программные комплексы,

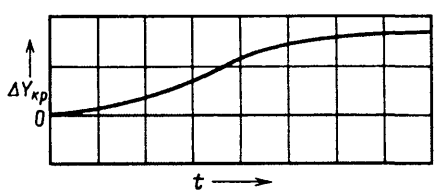


Рис. 5. Поперечное смещение ΔY_K из-за неодинаковых доворотов осей от креновой деформации подвесок

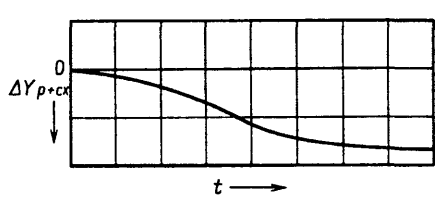


Рис. 6. Поперечное смещение $\Delta Y_{р+с}$ из-за кинематической и динамической неопределенности на участке рулевого привода и остаточного несоответствия углов схождения и развала

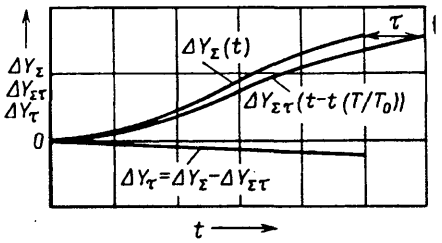


Рис. 7. К определению поперечного смещения ΔY_{τ} из-за фазовой задержки поперечных смещений

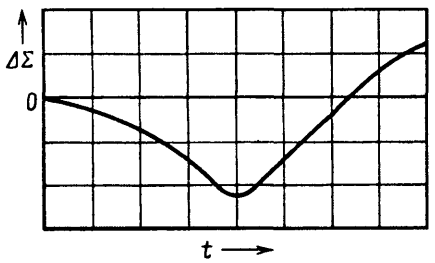


Рис. 8. Суммарное поперечное динамическое искажение $\Delta\Sigma$

как "Фрунд", "ADAMS". Однако их придется адаптировать к конкретной схеме и параметрам подвески с последующим, практически "слепым" перебором вариантов. Но еще целесообразнее для конкретной схемы подвески использовать схемы на основе рассмотренного выше аналитического метода получения результирующего угла $\theta_п$ доворота с учетом смещения положения всех шарниров, включая податливость сопряжений сайлент-блоков, изменения углов наклона плоскости наружного и внутреннего колес и их поворота относительно вертикальной оси передней и задней подвесок. Выполнение вычислений, конечно, следует автоматизировать с компьютерной поддержкой, но уже для конкретной схемы. При этом конструктору предоставляется возможность целенаправленно изменять параметры подвески для достижения желаемой цели, добиваясь условий $\Delta y_c(T_0/2) + \Delta y_п(T_0/2) \Rightarrow 0$ и $\Delta y_ш(T_0) + \Delta y_{кр}(T_0) + \Delta y_{р+сх}(T_0) + \Delta y_{\tau}(T_0) \Rightarrow 0$, т. е. $\Delta_{\Sigma} \approx 0$ и $k_{\Delta} \approx 1$, иначе говоря, практически точного воспроизведения задаваемой тестовой траектории.

Вместе с тем нельзя не учитывать, что благоприятный для управляемости организованный доворот (за счет вертикальных деформаций подвески в разных направлениях для на-

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ружной догружаемой при повороте и внутренней разгружаемой сторон) окажется неблагоприятным (дестабилизирующим) при прямолинейном движении и появлении боковых сил, вносящих искажения, не названные выше (боковой ветер, поперечный наклон полотна дороги и т. п.). Кроме того, при движении по неровностям, вызывающим однонаправленную вертикальную деформацию подвески, эти же явления нарушат согласование углов установки колес по "развалу-схождению", что, в свою очередь, вызовет дестабилизацию с проявлением сопутствующего "рыскания" АТС при преодолении участка дороги типа "стиральная доска". В связи с этим более эффективным является предварительное формирование искажения траектории в сторону недостаточной поворачиваемости с минимизацией угла доворота от разнонаправленных по сторонам деформаций подвески. Компенсацию же целесообразно получать доворотом от поперечной реакции на колесо за счет конструкции подвески, где преднамеренно организовано действие реакции на упругий элемент, установленный между осью колеса и осью поворотной цапфы (например, пат. № 2232683, РФ). При этом любое появление поперечной силы вызовет адекватную деформацию в горизонтальной плоскости упругого элемента на угол, запрограммированный расчетом и равный противоположному углу увода шин. (Следует заметить, что предусмотренные в описании патента дополнительные устройства гашения колебаний окажутся излишними, так как возмущающие частоты колебаний на рулевом приводе будут существенно меньше собственной частоты управляемых колес относительно зафиксированного рулевого колеса.)

Возможны и другие конструктивные меры. Например, для автомобилей типа ВАЗ-2107 с реактивными штангами, связующими кузов с балкой заднего моста, или типа ГАЗ-2705 с задними листовыми рессорами можно изменить продольный наклон штанг до обратного или положение серьги рессоры с заднего на переднее. Это дает достаточный положительный, т. е. со знаком "плюс", доворот. Значит, задаваемая траектория движения будет сохраняться при любой причине проявления боковой поперечной реакции.

Таким образом, рассмотренный выше метод потребительской оценки свойства управляемости автомобиля позволит дать численное выражение качества воспроизведения траектории при заданной скорости движения и тестовом воздействии по углу поворота управляемых колес. Попутный анализ комплекса динамических искажений траектории даст возможность высказать суждение о целесообразности формирования углов доворота от деформации подвески таким образом, чтобы полностью исключить влияние боковых сил на курсовое и траекторное воспроизведение управляющего воздействия, а выполнение конструкции с этим свойством — в максимальной степени реализовать возможности автомобиля по управляемости и устойчивости, заложенные прочими системами (АБС, SPI и др.)

УДК 629.013

Теоретическая и фактическая грузовместимость транспортных средств

Б.Ф. ЛАПТЕВ

УНИПТИмаш

Межзаводские перевозки комплектующих изделий на предприятиях автомобилестроения в основном осуществляют железнодорожным и автомобильным транспортом в производственной таре, изготовленной по ГОСТ 14861—96. Кроме того, грузоперевозчики в своей работе руководствуются и ГОСТ 19434—74 "Тара, транспортные средства и склады", в котором содержится требование о применении так называемого манипуляционного размера, т. е. размера, который необходимо добавлять к габаритным размерам транспортного пакета "для беспрепятственного перемещения пакета между двумя боковыми ограничениями". Но из рис. 1, взятого из данного стандарта, хорошо видно, что при расстановке, обеспечивающей манипуляционные зазоры, значительная часть пола кузова автомобиля или железнодорожного вагона остается неиспользованной. То есть налицо недогруз, за который приходится платить. Поэтому в соответствии с требованиями ГОСТа расстановку пакетов в кузове транспортного средства с соблюдением манипуляционных зазоров стали называть теоретической, а плотную, пакет к пакету, без манипуляционных зазоров — фактической.

Фактическая расстановка, что хорошо известно всем участникам транспортного процесса, сокращает транспортные издержки и повышает сохранность перевозимых грузов. Они широко используют это знание: стараются как можно плотнее уложить груз в транспортные пакеты, а пакеты — как можно плотнее разместить в кузове транспортного средства. Правда, каждый реша-

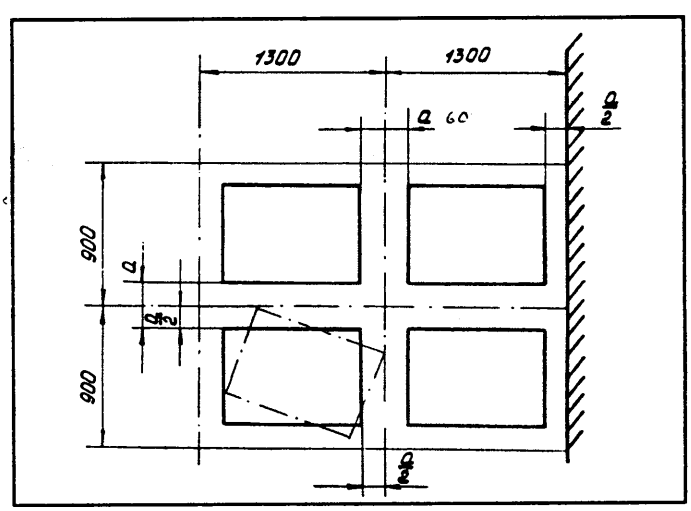


Рис. 1. Схема теоретической расстановки транспортных пакетов с указанием допустимых манипуляционных размеров (ГОСТ 9434—74)

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ет данную проблему по-своему, причем не всегда удачно. Между тем теоретически она давно решена.

Так, доказано, что грузовместимость транспортного средства определяется тремя факторами — его грузоподъемностью, размерами пола кузова, а также удельной плотностью груза. Причем последний из них — наиболее важный, поскольку поддается регулированию при формировании пакета и фактической расстановке пакетов в кузове транспортного средства.

Многие сомневаются в этом. Действительно, если посмотреть на комплектующие изделия с точки зрения их объемной массы, то она при любом варианте пакетирования будет практически одной и той же. Скажем, для автомобильных дизелей — не выйдет за пределы 0,42—0,45 т/м^3, а для подшипников — 0,8—1,0 т/м^3. Однако есть и вторая сторона вопроса: чем крупнее пакетируемые изделия, тем меньшую плотность имеет транспортный пакет. Значит, при подготовке груза к перевозке нужно так выбрать вид, размеры и способ формирования транспортного пакета, чтобы он имел максимальную плотность.

Это, конечно, непросто. Ведь здесь нужно учитывать такие транспортные свойства комплектующих и запасных частей, как их масса, конфигурация, габаритные размеры, хрупкость, допустимость соприкосновения друг с другом в пакете, необходимость консервации и т. д. Причем с учетом того, что транспортные свойства изделий напрямую влияют на плотность их размещения в пакете, т. е. на объемную массу и его грузовместимость. Что не всегда делается. В итоге анализ перевозок тарно-штучных грузов (комплектующих изделий и запасных частей, полуфабрикатов и заготовок) показал: в общем грузопотоке пакетированные грузы со средней объемной массой 0,25 т/м^3 составляют 76 %, с массой 0,25—1,0 т/м^3 — 8 % и массой более 1 т/м^3 — 16 %. Поэтому при пакетировании такого рода изделий за среднюю объемную массу брутто транспортного пакета принято считать 0,3 т/м^3. Следовательно, недогруз крытого железнодорожного вагона объемом 60 м^3 и грузоподъемностью 60 т, в котором размещаются 56 стандартных пакетов, составит 43,2 т, т. е. почти три четверти его грузоподъемности.

И это касается не только железнодорожных вагонов, но и автомобилей, что хорошо видно из таблицы, в которой приведены коэффициенты вместимости груза при теоретической и фактической расстановке транспортных стандартных пакетов массой брутто 0,3 т/м^3: в железнодорожных вагонах и кузовах автомобилей использование грузоподъемности крайне низкое. Причем не только в случае перевозок комплектующих и запасных частей. К числу "неудобных" для перевозок грузов не в меньшей, а даже в большей степени относится готовая продукция наших предприятий: автомобили, прицепы и полуприцепы, мотоциклы и велосипеды, погрузчики и т. д. Например, при их пере-

Транспортные средства	Параметры транспортных средств			Теоретическое (фактическое) размещение пакетов			
	грузоподъемность, т	площадь пола, м^2	полезный объем, м^3	число	коэффициент использования площади пола	коэффициент использования объема	коэффициент использования грузоподъемности
Железнодорожные модернизированные крытые четырехосные вагоны	62	38,1	106,5	56 (64)	0,70 (0,81)	0,58 (0,66)	0,27 (0,31)
Железнодорожные четырехосные платформы с металлическими бортами и клиновыми запорами	63	36,8	120	56 (64)	0,73 (0,83)	0,62 (0,70)	0,27 (0,30)
Грузовые автомобили с бортовой платформой:							
ГАЗ-53А	4,0	8,1	19,8	12 (14)	0,72 (0,83)	0,67 (0,78)	0,90 (1,0)
ЗИЛ-130	6,0	8,7	20,6	12 (14)	0,67 (0,77)	0,64 (0,75)	0,60 (0,70)
"Урал-377"	7,5	10,5	23,1	8	0,73	0,38	0,32
МАЗ-516Б	14,5	14,9	34,6	20 (24)	0,64 (0,77)	0,64 (0,76)	0,41 (0,50)
КамАЗ-53202	7,8	14,2	34,5	20 (24)	0,68 (0,81)	0,64 (0,77)	0,77 (0,92)
Полуприцепы бортовые:							
ОдАЗ-885	7,5	13,5	32,4	20 (24)	0,71 (0,85)	0,68 (0,81)	0,80 (0,96)
КАЗ-717	11,5	16,8	40,5	26 (30)	0,74 (0,86)	0,71 (0,81)	0,68 (0,78)
МАЗ-5205А	20,0	23,1	54,3	36 (40)	0,75 (0,83)	0,73 (0,81)	0,54 (0,60)
Полуприцепы-фургоны:							
ОдАЗ-9771	12,0	21,0	46,2	17 (18)	0,78 (0,82)	0,40 (0,43)	0,42 (0,45)
На базе КАЗ-717 с раздвижными стенками	10,0	16,6	36,5	13 (15)	0,75 (0,87)	0,39 (0,45)	0,39 (0,45)
Прицепы двухосные бортовые:							
ГКБ-817	5,5	11,0	27,5	16	0,70	0,64	0,87
МАЗ-5243	6,8	11,5	27,1	16 (20)	0,67 (0,83)	0,65 (0,81)	0,70 (0,97)
ГКБ-8350	8,0	14,1	35,1	20 (24)	0,68 (0,82)	0,63 (0,75)	0,75 (0,90)

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

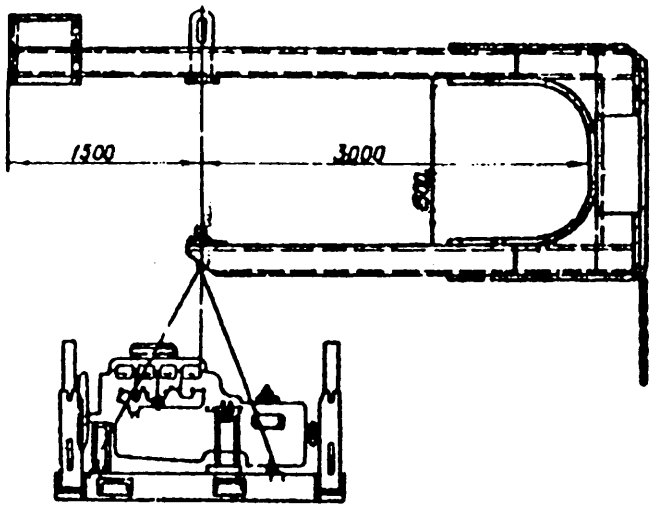


Рис. 2. Схема траверсы грузоподъемностью 2 т для подачи тары, загруженной дизелями, в дверной проем крытого железнодорожного вагона

возках коэффициент использования грузоподъемности железнодорожных вагонов чуть больше 15 %.

Проблема, как видим, серьезнейшая. Ведь за недогруз, как уже упоминалось, надо платить. И немалые деньги, в том числе штрафы. Поэтому в УНИПТИмаше в свое время был создан отдел по уплотненным железнодорожным перевозкам, специалисты которого провели серию экспериментальных работ и по их результатам разработали методику расчетов уплотненных способов загрузки автомобильной техники в специальные крытые вагоны и на железнодорожные платформы различных моделей; рассчитали и согласовали с руководством МПС нормы коэффициентов использования грузовместимости вагонов и схемы уплотненных способов загрузки в подвижной состав, в том числе в крупнотоннажные контейнеры. В результате коэффициент использования грузоподъемности вагонов удвоился, а в некоторых случаях даже утроился, что нашло отражение в ОСТ 37.002.1038—85.

Но все-таки это частные решения. Грузовместимость крытых железнодорожных вагонов можно увеличить еще больше, если применять специальные их конструкции — с раздвижной крышей. Тем более что такие вагоны не нужно разрабатывать — они есть и успешно работают на маршруте "Магнитогорский металлургический комбинат—ВАЗ". Но их мало, и для погрузки в вагон тяжеловесных грузов, например дизельных силовых установок, приходится придумывать дополнительные грузоподъемные приспособления, помогающие "втиснуть" контейнер в узкий дверной проем (рис. 2).

Не совсем гладко, как хотелось бы, идут пакетные перевозки и на автомобильном транспорте. Дело в том, что внутренняя ширина кузовов автомобилей, прицепов и полуприцепов достигает, в лучшем случае, 2420 мм, в то время как две рядом установленные производственные тары, изготовленные по ГОСТу, занимают 2480 мм.

Конечно, транспортные пакеты могут размещаться в кузовах АТС различными способами, но их все-таки не более трех (рис. 3): продольно, когда длинная ось тары параллельна продольной оси автомобиля (прицепа, полуприцепа); поперечно, когда ось длинной стороны тары перпендикулярна продольной оси автомобиля; комбинированно, когда пакеты в кузове установлены и продольно, и поперечно.

Но каждый из этих способов имеет не только достоинства, но и недостатки. Например, в первом случае остается слишком много неиспользованного пространства, а во втором — пакеты не вписываются во внутренний размер (ширину) кузова. Поэтому чаще применяют комбинированную расстановку пакетов. Но она — самая неудобная при грузовых операциях и самая трудоемкая.

С этой точки зрения выгоднее всего оказывается поперечная расстановка транспортных пакетов. Это понимают, например, водители погрузчиков, имеющие большой опыт работы с производственной тарой: они умудряются устанавливать тару размерами в плане 1240×840 мм таким образом, что выступающие уголковые фиксаторы для штабелирования у рядом стоящей тары заходят один за другой, в результате на 40 мм уменьшается длина поперечного ряда производственной тары и она вписывается во внутреннюю ширину кузова автомобиля.

Но все-таки самый лучший выход из этого положения нашли в свое время конструкторы КАЗа, создав безбортовой полуприцеп КАЗ-717Б, который вот уже более 30 лет безупречно работает на внутризаводских маршрутах ВАЗа.

Данный полуприцеп — это, в общем-то, итог ведомственных испытаний грузовых автомобилей на предмет их пригодности к межзаводским пакетным перевозкам комплектующих изделий. Испытания показали, что для повышения эффективности автомобильного транспорта, предназначенного для перевозок пакетированных грузов, необходимо создавать специализированные автомобили, прицепы и полуприцепы.

Но если говорить об автомобилях-пакетовозах в целом, то проблема еще очень далека от решения. И не только у нас, но и за рубежом. Причины в том, что, во-первых, теоретические нормативы не совпадают с

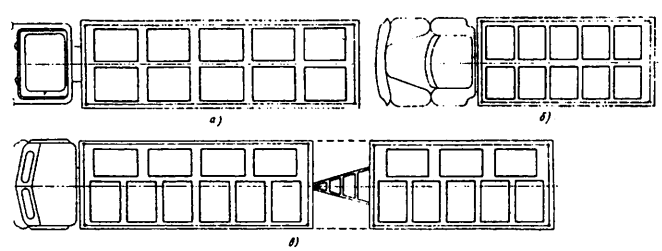


Рис. 3. Схема вариантов расстановки транспортных пакетов в кузовах автомобиля, прицепа и полуприцепа:
а — продольная расстановка пакетов 1200×1000 мм в кузове полуприцепа КАЗ-717 Б; *б* — поперечная расстановка пакетов 1000×800 мм на автомобиле ЗИЛ-130 Г с увеличенной базой; *в* — комбинированная расстановка пакетов 1200×800 мм в кузове автомобиля МАЗ-516 и двухосного прицепа МАЗ-5243

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

фактическими, т. е. востребованными практикой; во-вторых, до сих пор не сложилось единой точки зрения на транспорт, связанный с пакетированными перевозками изделий автомобильной техники.

Возьмем, к примеру, автомобиль-пакетовоз. Ясно, что его кузов должен обеспечивать поперечную расстановку стандартных транспортных пакетов. Также очевидно, что такой автомобиль должен иметь безбортовую конструкцию, какую в свое время разработал КАЗ для своего полуприцепа КАЗ-717Б.

Кроме того, пол кузова не должен иметь никаких выступов, мешающих работе погрузчика внутри него, и должен обладать достаточной прочностью, чтобы выдерживать нагрузку от погрузчика с двумя пакетами на вилах.

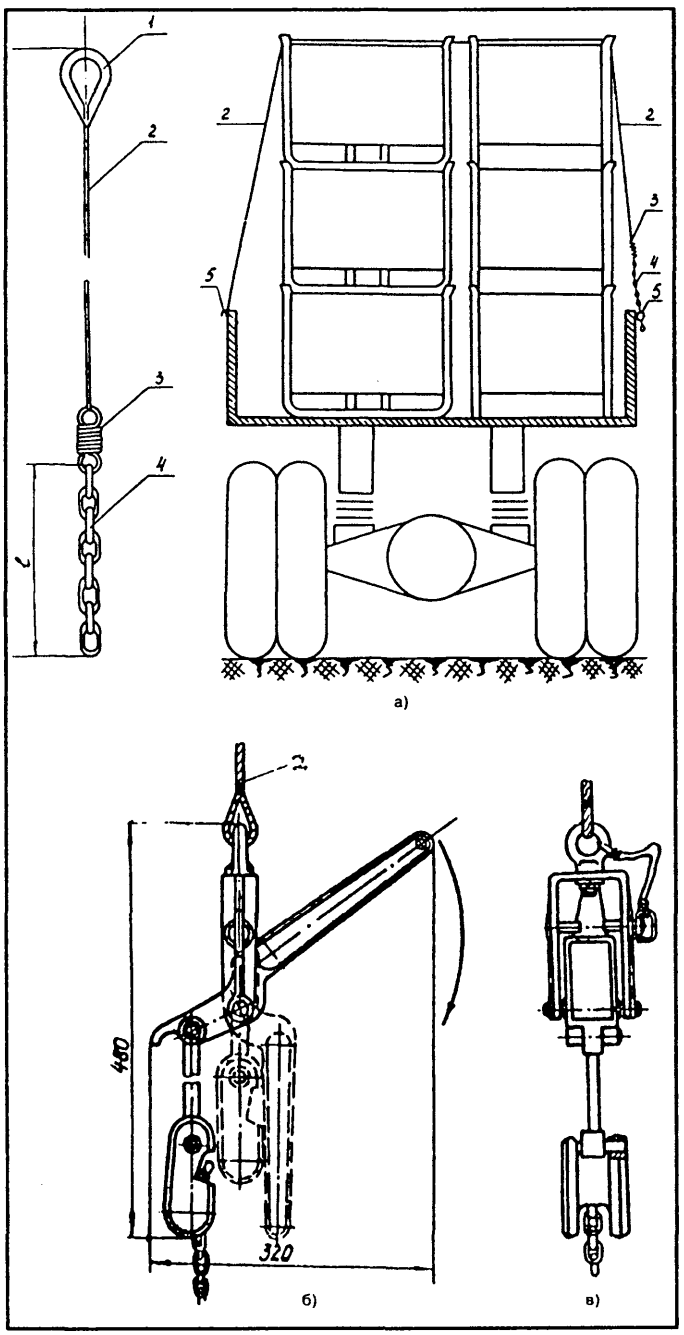


Рис. 4. Схема размещения транспортных пакетов в автомобиле при полном использовании полезного объема его кузова (а), тросовая растяжка (б) и устройство ее натяжения (в):
1 — коуш; *2* — трос; *3* — пружина; *4* — цепь; *5* — крюк

Что касается полуприцепа-пакетовоза, то он должен иметь надежные стояночные тормоза и такую устойчивость, которая обеспечивает безопасный въезд и выезд погрузчика с грузом при отцепленном тягаче. (Нужно учесть печальный опыт Челябинского машиностроительного завода автомобильных и тракторных прицепов, в частности, его полуприцеп-контейнеровоз ЧМЗАП-9985: при въезде погрузчика стоящий на полуприцепе контейнер при отцепленном тягаче опрокидывался назад.)

Для полного использования грузовместимости АТС все они должны быть оборудованы надежными и удобными средствами крепления грузов и обязательно — при многоярусном размещении пакетов в их кузовах. Это не только улучшит эксплуатационные показатели работы АТС, но, что самое главное, обеспечит сохранность перевозимого груза. Пример — на рис. 4. Здесь нет традиционных веревок, которые, как показали испытания, не обеспечивают сохранности комплектующих изделий при многоярусной установке штабелей производственной тары в кузове автомобиля, а применено, в общем-то, совершенно простое решение.

И еще одно условие, о котором порой забывают: высота седельно-сцепного устройства тягача должна быть такой, чтобы пол кузова полуприцепа-пакетовоза был параллелен полотну дороги. Если это требование не соблюдено, то при движении автомобиля (автопоезда) незакрепленный груз от толчков и вибрации "сползает" к задней стенке кузова и ломает установленный сзади тоже незакрепленный груз. Заметим, что данную проблему очень удачно решили конструкторы МАЗа. Они снизили высоту седельно-сцепного устройство тягача МАЗ-504 В, обеспечив тем самым работу тягача и полуприцепа ОдАЗ-9771.

Таким образом, практика доказала, что требования ГОСТ 19434—75 не соответствуют опыту.

Во-первых, потому, что при узаконенной им расстановке транспортных пакетов не используется значительная часть полезного объема железнодорожного вагона и автомобиля. Следовательно, имеют место неоправданные транспортные расходы и штрафные санкции за недогруз железнодорожных вагонов.

Во-вторых, закрепить каждый пакет в отдельности в транспортном средстве, не имея специальных средств крепления, очень трудно, но еще труднее сохранить регламентированные ГОСТом промежутки между пакетами при движении транспортных средств.

И последнее. Грузовместимость бортовых автомобилей, прицепов и полуприцепов сравнительно просто можно увеличить вдвое, если оборудовать их надежными и удобными средствами крепления груза. При этом погрузку производить на всю разрешаемую Правилами дорожного движения высоту, т. е. 4 м. Причем для того чтобы и владелец, и пользователь АТС был, как говорится, в курсе дела, в техническом паспорте грузовых АТС, должен быть указан полный полезный объем кузова, т. е. объем параллелепипеда, основанием которого является грузовая платформа.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Предлагаем вниманию читателей очередной фрагмент книги Тайити Оно, изданной на русском языке Институтом комплексных стратегических исследований и ЗАО «Центр "Приоритет"». Изучение изложенных в нем мыслей, очевидно, будет полезным не только специалистам отечественной автомобильной промышленности, но и представителям власти.

Генеалогия производственной системы "Тойоты"

Научная и рациональная природа "тойотизма"

Термин "тойотизм" был придуман Тойода Кийтиро. Он выделил следующие пять условий автомобильного бизнеса:

— обеспечить автомобилями широкие слои населения страны;

— совершенствовать производство легковых автомобилей;

— производить недорогие автомобили;

— признавать важность продаж для производства;

— наладить производство комплектующих деталей и узлов.

Статья "Тойота сегодня", написанная Тойода Кийтиро и опубликованная в сентябре 1936 г., хорошо описывает принципы "тойотизма". В приведенном ниже отрывке он делает несколько провокационных замечаний.

"В конце концов, автомобили "Тойота" появились на рынке. И появились они не просто по прихоти некоторых инженеров. Автомобили — результат напряженных исследований многих людей, синтеза разнообразных идей, самоотверженных усилий и многочисленных неудач в течение долгого времени.

Возможно ли, что когда-нибудь все население Японии будет обеспечено автомобилями? Три года назад большинство людей ответили бы отрицательно. Наибольшими скептиками оказались бы наиболее опытные в автомобилестроении люди.

Мы давно начали работу по исследованию и проектированию двигателя. Большинство разработок было закончено в 1933 г., и 1 сентября, в десятую годовщину великого землетрясения (1923 г.), мы официально стали автомобильной компанией.

Люди называли наше начинание безрассудством. Нас предупреждали о том, как сложно вести автомобильный бизнес. Но мы это уже знали и напряженно готовились, так как твердо верили, что сила и опыт г-на Тойода в производстве автоматических ткацких станков сделают нашу попытку успешной.

Однако проблемы, с которыми мы столкнулись, отличались от проблем производства ткацких станков, и мы осознали, насколько сложно будет создать этот бизнес. Поэтому в течение трех лет мы пытались устроить бизнес, делая вид, что это всего лишь хобби.

Неожиданные помехи — принятие законодательства по производству автомобилей — заставили нас взяться за дело серьезно. Сегодня бизнес предполагает ответственность перед страной. Нравится нам это или нет, но мы должны как можно скорее заставить его работать.

Что мы сделали с момента официального решения о начале работы в области автомобилестроения?.. Я опишу некоторые наши разработки в течение последних трех лет.

Наиболее важная сфера деятельности в автомобилестроении, без сомнения, — это проблема материалов. Заниматься производством автомобилей, не пытаясь решить эту проблему, — все равно, что строить дом без фундамента.

В Японии очень развита сталелитейная промышленность, которая может обеспечить поставку всех необходимых для производства автомобилей материалов. Но превращение производства стали в бизнес потребовало бы не только крупных инвестиций, но и серьезных исследований. Ни один производитель материалов не обладает таким терпением, которого хватило бы на оказание поддержки. А даже если бы и обладал, то не может же он продолжать необходимые исследования бесконечно.

Прогресс в материалах означает улучшение двигателя. А улучшение двигателя вызывает необходимость в развитии материалов. Чтобы иметь в распоряжении материалы, необходимые для разработки двигателей в Японии, их надо производить здесь же.

Вне зависимости от того, насколько хорошо сделан двигатель, его жизнь будет недолгой, цена высокой, а эксплуатационные качества низкими, если требуемые материалы не будут использованы в нужное время. Если мы не можем производить материалы, мы не можем проводить необходимые изыскания в области автомобилестроения. Это обошлось бы Японии более чем в 2 млн йен (500 тыс. долл.).

Возможно ли производство материалов, и в первую очередь стали, в Японии? Проще всего было бы получить ответ от профессора Хонда Котаро (ведущий японский специалист по сплавам железа). Поэтому я поехал в г. Сендай и задал ему этот вопрос. Он ответил, что в настоящий момент Япония располагает такими возможностями, и необходимости нанимать иностранцев нет. С огромным облегчением я немедленно отдал распоряжение о строительстве сталелитейного завода.

Некоторые посетители нашей компании спрашивают, какой процент нашего литья проходит контроль качества. Чтобы поддерживать бизнес, необходимо контролировать 95 % отливок. Мне кажется, если бы мы были в столь плачевном положении, что беспокоились бы о качестве нашего литья, мы должны были бы прекратить производство автомобилей. Те же убеждения я внушил рабочим нашего завода.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Нам долгое время не удавалось штамповать воздуходувные цилиндры на штамповых прессах с уровнем качества более 90 %. В конце концов мы добились этого с помощью добрых старых штамповых прессов, которые мы применяли еще при изготовлении мелких частей ткацких станков. И даже в этом случае от 500 до 600 цилиндров из 1000 отбраковывались.

Изготовив тысячу штук одной-единственной детали, большинство рабочих, приобретя соответствующие навыки, могли продолжать делать ее без дефектов. Но первая сотня деталей все равно будет состоять как из качественных, так и из дефектных деталей, поэтому до полного закрепления навыков мы должны были осуществлять тщательный технический контроль. Вот так успешно решаются проблемы с материалами".

Хорошее оборудование необходимо даже на простом заводе

Тойода Кийтиро настаивал на использовании оборудования наивысшего качества и призывал к его эффективному использованию.

"Мы знаем, что автомобили можно производить, используя соответствующие станки и инструменты. Проблема в том, что их себестоимость должна быть низкой.

Станки для механической обработки пресс-форм для литья не очень отличаются от текстильных станков. Текстильные станки в определенном смысле должны производиться массово. То же справедливо и в отношении автомобилей. Существует много разновидностей текстильных станков. Что касается автомобилей, то разновидностей может быть меньше, но зато требуются более высокая точность и более специализированные механизмы — станки для тонкого растачивания или хонинговальные станки.

Мы можем заимствовать идеи в других странах, изучая новое производственное оборудование, разрабатываемое другими автопроизводителями. Очевидно, что в этой отрасли наличие современного оборудования позволит нам создавать недорогие изделия такого же хорошего качества, как и произведенные за рубежом.

Хотя мне кажется, что заводские помещения могут быть настолько же просты, как казармы, я стараюсь закупать наиболее совершенное оборудование вне зависимости от цены. У нас действительно нет альтернативы в том, покупать ли станки стоимостью от 50—60 тыс. йен (12,5—15 тыс. долл.) каждый. Если мы не готовы к тому, чтобы тратить деньги на хорошие станки, мы не должны заниматься автомобилестроением.

В свое время я пытался сэкономить деньги, используя казармы в качестве заводских помещений и сокращая расходы на исследования. Несмотря на многочисленные насмешки в свой адрес, мои деньги быстро бы закончились, если бы я продолжал покупать ненужные вещи. Сокращение множества мелких ненужных расходов позволило нам закупить хорошее оборудование.

Оборудование надо выбирать очень тщательно. Чтобы избежать закупки ненужных станков и потери 30—50 тыс. йен (7,5—12,5 тыс. долл.), сначала мы отправились на их изучение в Америку.

Как только дорогое оборудование закуплено, нужно научиться правильно им пользоваться. Мы изучаем инструкции по эксплуатации оборудования, потому что вне зависимости от качества станка невозможно безошибочно производить большое число деталей без соответствующих навыков. Нам нужно оборудование, предназначенное для массового производства, а его проектирование и производство могут легко занять от трех до четырех лет. Именно этим мы и занимались в течение трех лет с момента первых закупок оборудования для компании "Тойота".

После покупки оборудования на сумму, превышающую 1 млн йен, сотни людей напряженно работали в течение трех лет, не выпустив при этом на рынок ни единого автомобиля. Акционеры начали беспокоиться и задавать вопрос, когда же они увидят "живой" автомобиль? Тогда руководство завода решило сделать 1—2 автомобиля просто для того, чтобы показать, что мы не бездельники.

Тем не менее сложно ожидать от автомобиля, сделанного таким образом, наивысшего качества. Это с трудом понимают управленцы и инвесторы, и если бы у нас не было управленцев, храбрости которых хватило на то, чтобы взять на себя смелые обязательства о производстве автомобилей, мы бы не нашли инвесторов, доверивших свои деньги нашим инженерам.

Было бы проще, если бы производство автомобилей гарантировало автоматическое поступление денег. Но в течение первых нескольких лет деньги только тратятся, именно поэтому организовать производство так тяжело. Безумен тот, кто предпринимает такую попытку, не заглядывая в будущее.

В течение первых нескольких лет многие управленцы думали об этом, считая меня чрезмерно самоуверенным и не думающим о будущем.

Да, проще действовать в уже привычном и стабильном бизнесе, который использует известные методы и, несомненно, начинает приносить доходы. Начать же сложный бизнес, в который не хочет идти никто, кроме вас, — это вызов. Если вы проиграете — это будет всецело ваша вина, и вы можете с чистой совестью совершить харакири.

В области автомобилестроения я пойду так далеко, как смогу. Я хочу, чтобы автомобили стали доступны широким слоям покупателей. Я знаю, что это будет непросто, но именно с этого я начал".

В поисках производственного метода в японском стиле

Когда Тойода Кийтиро закладывал фундамент автомобильного бизнеса, его целью было развитие японского производственного метода, что требовало большого ума.

"Одна из причин, по которой развивать автомобилестроение в нашей стране было непросто, заключалась в том, что мы не могли производить кузова автомобилей в массовом объеме, как это делалось в Америке. Основать же отрасль по ручному производству кузовов очень сложно. Решение этой проблемы давалось особенно мучительно.

Кто-то предложил нам купить иностранное оборудование. Но это означало импорт американской системы массового производства и не соответствовало нашей ситуации. В то время нам не хватало практически всего, относящегося к автомобильной отрасли, и мы действительно делали детали вручную.

Японский народ от природы склонен к ремесленничеству и многие вещи делает вручную. Но массовое производство, напротив, предполагает использование штамповых прессов. Мы не собирались производить десятки миллионов автомобилей, как США, и не могли

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

инвестировать много денег в изготовление штампов. Каким-то образом нам надо было объединить использование штамповых прессов и ручную обработку таким образом, чтобы избежать точного повторения американского метода.

Я был вынужден тщательно проанализировать отрасль, чтобы оценить, как далеко она продвинулась вперед. В сопровождении Кавамата Казуо я побывал на заводах под Токио. Во время посещения завода "Сугийяма стил", где штамповались крылья автомобиля с использованием штамповых прессов, я неожиданно получил помощь.

Возможно, были и другие заводы, выполняющие схожую работу, но я спросил г-на Сугийяма, не будет ли ему интересно изготовить литейную форму для кузова автомобиля. Он ответил согласием. Это был первый подобный опыт, и у нас не было оборудования, на котором такое можно было бы сделать, поэтому мы изучили различные способы литья и осуществляли доводку вручную.

В других странах, разумеется, литейные формы изготавливали машинным способом. Отдельные производители специализируются на производстве моделей для различных компаний и, в отличие от Японии, могут поставить оборудование для изготовления тысяч таких форм. Поскольку ручная доводка быстрее и дешевле, мы решили первое время придерживаться этого метода. Первая грубая версия литейной формы появится примерно через полтора года. В этой области предстоят еще дальнейшие исследования.

Следующий пункт программы состоит в том, что высококачественный листовой металл существенно облегчает изготовление литейных форм для штампового пресса. Мы попросили профессора Мисима Токусити изучить эту проблему. Во время заграничной поездки он познакомился с некоторыми передовыми методами, которые позволят нам существенно улучшить нашу продукцию. Опыт же в облицовке и внутренней отделке у нас уже есть, и помощь в этих областях нам не понадобится.

Наконец, сборка. В этой области нам необходимы оборудование, его монтаж и наладка и навыки по сборке. У японского народа умелые руки, и обучение не составит труда. Я уверен, в ближайшем будущем мы будем способны производить автомобили, которые станут лучше и дешевле иностранных".

Создавать ценные продукты

С принятием в мае 1936 г. закона об автомобилестроении местные производители автомобилей попали под опеку правительства и могли рассчитывать на его помощь. Согласно этому закону, для осуществления автомобильного бизнеса необходимо было получить разрешение правительства, а успех отечественного автомобилестроения должен был гарантироваться за счет ограничения иностранных сборочных производств. Это была очень мощная протекционистская политика правительства.

Тойода Кийтиро считал, что рынку нужны товары по разумным ценам. Он верил, что законодательство не допустит слишком высокого уровня конкуренции. В то же время опасался, что, если на него будут чрезмерно полагаться, это, в конечном счете, заставит покупателей отвернуться от отечественных товаров. В своих трудах он не скрывает беспокойства по поводу ответственности частного бизнеса.

"Используя знания, накопленные к настоящему моменту, мы можем создать, по крайней мере, образ автомобиля. В будущем прогресс будет зависеть от научных исследований. И пока мы не сделаем автомобиль экономичным, наши достижения по качеству не приведут к желаемому результату.

В конечном счете, это проблема цены. Сколько автомобилей мы должны производить в Японии, чтобы продавать их по разумной цене? Никто не назовет вам эту цифру с уверенностью.

Цена автомобилей должна быть разумной по сегодняшним меркам. Но что такое разумная цена? Мы знаем, что наши автомобили будут продаваться только тогда, когда они будут дешевле иностранных. Взывая к патриотизму, мы можем ежемесячно продавать от 50 до 100 автомобилей. Но продать 200 или 500 машин будет уже сложно. В конце концов, цены должны быть конкурентными. Покупатель устроен так, что автоматически получает удовольствие, покупая что-то по более низкой цене.

Опыт закупки оборудования научил нас, что в некоторых случаях цены падают ниже, чем необходимо. Мы можем продавать автомобили правительственным учреждениям по желаемой цене, но для других покупателей цены должны быть снижены. Здесь бесполезно взывать к патриотизму. Если цены не будут низкими, мы не сможем продавать тысячи автомашин в месяц.

Хороший маркетинг и искусная реклама могут позволить нам какое-то время обманывать покупателей, но не до бесконечности. Как только люди узнают ценность отечественных автомобилей, они будут покупать их, только если цена будет соответствующей. Они не станут покупать их только ради спасения страны.

Автомобили — новый продукт, и нам надо инвестировать деньги в обеспечение его высокого качества и поддержание цены на низком уровне. Чтобы производить и продавать автомобили на внутреннем рынке, производители должны хорошо подумать над тем, как не разориться при таком уровне цен.

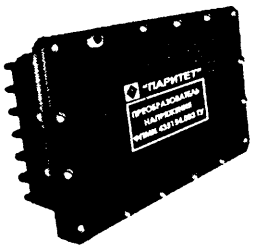
К счастью, законодательство по автомобильному производству вводит некоторые ограничения. Тем не менее, если оно приведет к увеличению цен как на отечественные, так и на импортные автомобили, нам останется винить только себя. Закон должен позволить отечественным автомобилестроителям улучшить качество автомобилей с тем, чтобы покупатели платили меньше. В этом отношении на нас лежит большая ответственность, но, в то же время, мы не можем себе позволить изначально устанавливать низкие цены.

А можем ли мы вообще производить экономичные отечественные автомобили? Низкие цены — хорошо, но если они предполагают плохие детали, низкое качество и, в конце концов, непригодные товары, мы ничего не достигнем. Как нам решить эту дилемму? Закон об автомобильном производстве может быть полезен для снижения давления конкуренции, в особенности чтобы избежать демпинга со стороны уже известных иностранных компаний. Но в условиях честной конкуренции мы можем полагаться только на наши собственные возможности".

Тайити Оно,
"Производственная система "Тойоты".
Уходя от массового производства

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

Преобразователь напряжения "ПАРИТЕТ"



Преобразователь напряжения предназначен для работы в составе электрооборудования транспортных средств с напряжением бортовой сети 24 В. А это большегрузный транспорт, тягачи, тракторная и гусеничная техника, спецтехника.

«Паритет» обеспечивает выравнивание напряжения на аккумуляторных батареях, соединенных последовательно, и может работать с аккумуляторами 6СТ-75, 6СТ-110 или аналогичными им.

Автоматическое выравнивание напряжений на обоих аккумуляторах и исключение дисбалансов в циклах «заряд-разряд» существенно увеличивает их ресурс при эксплуатации.

Кроме того «Паритет» служит источником бортового питания с номинальным напряжением, равным половине напряжения основной сети и поддерживает его с точностью +1%.

При применении преобразователя «Паритет» исключается дисбаланс в разрядных токах обоих аккумуляторов, который непременно присутствует в традиционном включении 12 вольтных потребителей между точкой соединения аккумуляторов и массой.

Этот источник можно использовать для питания потребителей с напряжением питания 12 В (магнитолы, проигрыватели, телевизоры, навигаторы, радиостанции). Номинальный ток – не менее 8А. Масса преобразователя не превышает 2,5 кг.

ООО "БЕРЕГ-ВОЛНА" РОССИЯ, 603057, Н.Новгород, ул.Нартова, 2, тел/факс.(831)416-99-87, тел.416-99-88 clushin@mail.ru

Содержание

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Рогожкина Н.В. — Система показателей, характеризующая управление сбытовыми запасами предприятия . . . 1

Шмелев А.П. — Посредник — важнейшее звено в системе "производитель—потребитель автомобильной техники" . . . 5

АСМ-факты . . . 8

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Марков В.А., Девянин С.Н., Зенин А.А., Черных В.Н. — Метиловый эфир рапсового масла — новое топливо для отечественных автомобильных дизелей . . . 8

Нарбут А.Н., Иванов М.Ю. — Выбор оптимальной удельной мощности двигателя городского автобуса . . . 11

Николаев Ю.И., Гринюк В.С., Горейко В.Н., Ячник А.Н. — Двигатель—ГМП—ретардер. Опыт совместного охлаждения . . . 13

Марчук А.П., Борисов Г.А., Рудомин Е.Н. — Шатун, повышающий надежность сопряжения "шейка коленчатого вала—нижняя кривошипная головка шатуна" . . . 14

Блинов Е.И. — Теория автомобиля: от статики к динамике. Торможение автомобиля . . . 15

Читатель предлагает

Некрасов В.Г., Макаров А.Ф. — Азотные топлива как вариант водородной энергетики . . . 18

АВТОТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ

Тюрин А.Н. — Для увеличения срока службы элементов КШМ . . . 23

Романченко М.И. — Энергетический коэффициент эффективности транспортного процесса . . . 24

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Макушин А.А., Кулаков А.Т., Кулаков О.А. — Технология и результаты экспериментальных исследований условий подачи масла к шатунным подшипникам дизелей КамАЗ . . . 26

Корнеев Н.В. — Алгоритм автоматизации балансирования гибких систем двигателя . . . 29

Ходес И.В., Налимов В.А., Терехов Д.А. — Метод потребительской оценки управляемости АТС . . . 30

Лаптев Б.Ф. — Теоретическая и фактическая грузовместимость транспортных средств . . . 33

ИНФОРМАЦИЯ

За рубежом

Генеалогия производственной системы "Тойоты" . . . 37

Главный редактор Н. А. ПУГИН

Заместитель главного редактора В. Н. ФИЛИМОНОВ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. В. Балабин, С. В. Бахмутов, О. И. Гируцкий, В. И. Гладков, М. А. Григорьев, Ю. К. Есеновский-Лашков, А. Л. Карунин, Г. И. Мамити, Р. В. Козырев (ответственный секретарь), С. М. Круглов, Ю. А. Купеев, В. А. Марков, Э. Н. Никульников, В. И. Пашков, Н. Т. Сорокин, А. И. Титков, Н. Н. Яценко

Белорусский региональный редакционный совет:

М. С. Высоцкий (председатель), Л. Г. Красневский (зам. председателя), Д. А. Дубовик, Н. В. Коритко, П. Л. Мариев, А. П. Ракомсин, И. С. Сазонов, Г. А. Синеговский, В. Е. Чвялев

Художественный редактор Т. Н. Погорелова
Корректор М. Г. Джавадян

Сдано в набор 28.01.2008. Подписано в печать 17.03.2008.
Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 4,9. Уч.-изд. л. 6,82. Зак. 282.

Отпечатано в ООО "Подольская Периодика"
142110, Московская обл., г. Подольск, ул. Кирова, 15

Ордена Трудового Красного Знамени
ОАО «Издательство "Машиностроение"»

Адрес издательства и редакции:
107076, Москва, Стромынский пер., 4
Телефон 269-54-98. Факс 269-48-97
E-mail: avtoprom@mashin.ru
www.mashin.ru www.avtomash.ru

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.
Свидетельство ПН № 77-7184

Цена свободная

Журнал входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней.

За содержание рекламных объявлений ответственность несет рекламодатель.

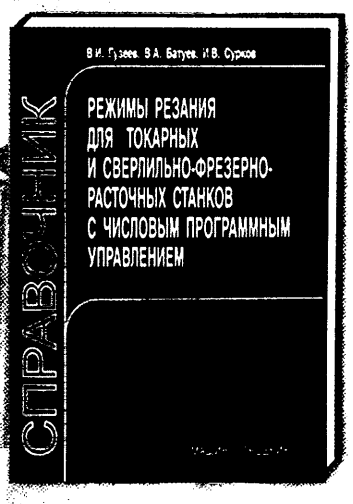
Перепечатка материалов из журнала "Автомобильная промышленность" возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией; ссылка — обязательна.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

"МАШИНОСТРОЕНИЕ"

предлагает книги



Гузеев В.И., Батуев В.А., Сурков И.В.

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ДЛЯ ТОКАРНЫХ И СВЕРЛИЛЬНО-ФРЕЗЕРНО-РАСТОЧНЫХ СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ: справочник

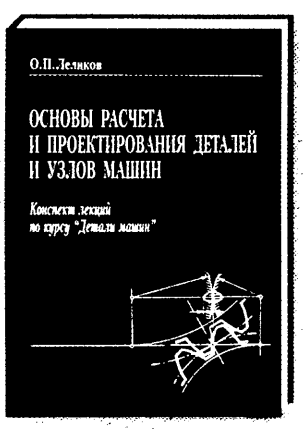
2-е изд., перераб. и доп. – 368 с. Цена – 363 руб. (с НДС)

Приведены сведения, необходимые для определения режимов резания при точении, растачивании, обработке отверстий, фрезеровании на станках с числовым программным управлением, а также приложения, включающие сведения по современным моделям станков с ЧПУ.

Для нормировщиков и технологов, занятых подготовкой управляющих программ и расчетами обоснованных норм времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках с ЧПУ в механических цехах машиностроительных предприятий.

Леликов О.П.

ОСНОВЫ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ МАШИН. Конспект лекций по курсу "Детали машин"



3-е изд. перераб. и доп. – 464 с.: ил. Цена – 363 руб. (с НДС)

Изложены теоретические основы и инженерные методы расчета и проектирования деталей и узлов общемашиностроительного применения. Рассмотрены наиболее сложные темы по основным разделам курса "Детали машин": разъемные и неразъемные соединения, передачи трением и зацеплением; валы и оси; подшипники качения и скольжения; муфты приводов.

3-е издание (2-е изд. 2004 г.) исправлено и переработано в соответствии с современной научно-технической документацией, а также дополнено приложением по новой методике расчета ресурса подшипников качения.

Для студентов технических специальностей вузов; может быть полезен также слушателям факультетов повышения квалификации преподавателей, инженерам, конструкторам.

107076, г. Москва, Стромынский пер., д. 4.
Тел.: (495) 269-66-00, 269-52-98 – отдел реализации.
Факс: (495) 269-48-97. E-mail: realiz@mashin.ru; www.mashin.ru

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

MVK

www.MVK.ru

(+7 495) 995-05-95

26 – 30 МАЯ 2008 ГОДА
Москва, МВЦ «Крокус Экспо»
MAY 26 – 30, 2008
Crocus Expo International Exhibition Centre

19 SUCCESSFUL YEARS!

MASHEX – the leading Russian exhibition in the machine-building industry.

Held since 1989. Annual since 2007.

In 2007 more than 500 companies from 23 countries participated in the exhibition and presented 950 trade marks.The MASHEX exposition occupied over 50.000 sq.m.

Within 19 years Mashex has been supported by different bodies of government, industrial associations and unions.

In 2007 best companies were awarded with the diplomas of the Ministry of Industry and Energy of the Russian Federation "For development of high-technology metalworking equipment exhibited at Mashex-2007".

The leading international associations such as VDW — Association of German-tool manufacturers, AFM — Association of manufacturers of machine-tool equipment (Spain), Association UCHIMU production systems (Italy), SST — Association of manufacturers of machine-tool production (Czech Republic), ATM — Association of production technologies (USA), and MTA — Association of production technologies (Great Britain) take part in the organization of the exhibition.

МАШИНОСТРОЕНИЕ ufi Approved Event FKM MASHEX

Приглашаем Вас посетить выставки, проходящие в рамках Российского национального промышленного форума с международным участием «Промышленные технологии для России» и посвященные машиностроению, металлообработке, станкостроению и промышленным технологиям:

We are pleased to invite you to attend the exhibitions within the framework of the Russian National Industrial Forum with international participation named Industrial Technologies for Russia. This Forum includes the following sections: machine building, metal processing, machine tool building and industrial technologies

ВЫСТАВКИ / EXHIBITIONS:

- МАШИНОСТРОЕНИЕ / MASHEX
- МАШКОМП / MASHCOMP
- РЕТЕКМАШ / RETECHMASH
- ИНТЕХМАШ / INTECHMASH
- МЕТРМАШ / METRMASH
- ЭЛЕКМАШ / ELECMASH
- ЛИТЭКСПО / LITEXPO
- ПОДШИПНИКИ (ИНБЕТЕК) / INBETECH
- ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ И СКЛАДСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ / HANDLING EQUPMENT

Организатор / Organizer:
ЗАО «Международная Выставочная Компания» / JSC International Exhibition Company. MVK

Информационный спонсор / Information sponsor:
ОАО "Издательство "МАШИНОСТРОЕНИЕ"

19 УСПЕШНЫХ ЛЕТ!

MASHEX – ГЛАВНАЯ ВЫСТАВКА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ В РОССИИ.

Проводится с 1989 года. С 2007 года ежегодно.

Выставка одобрена Всемирной ассоциацией выставочной индустрии (UFI). Имеет знак Российского Союза выставок и ярмарок.

В 2007 году в выставке приняли участие более 500 компаний из 23 стран, представив 950 торговых марок. Экспозиции Mashex заняли более 50 000 кв.м.

На протяжении 19 лет MASHEX поддерживается государственными структурами, отраслевыми объединениями, ассоциациями, союзами.

В 2007 году лучшие компании были отмечены дипломами Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации «За разработку высокотехнологичного металлообрабатывающего оборудования, представленного на выставке «Машиностроение / Mashex-2007».

В работе выставки принимают участие ведущие зарубежные отраслевые ассоциации, такие как: VDW – Ассоциация немецких станкопроизводителей, AFM – Ассоциация производителей станочного оборудования (Испания), Ассоциация «UCHIMU – производственные системы» (Италия), SST – Ассоциация производителей станкоинструментальной продукции (Чешская Республика), AMT – Ассоциация производственных технологий (США), и MTA – Ассоциация производственных технологий (Великобритания) и другие.

Дирекция выставки | Contacts:
(+7 495) 105 34 19
e-mail: mashex@mvk.ru

www.mashex.ru
www.mvk-crocus.ru

ISSN 0005-2337. Автомобильная промышленность. 2008. № 4. 1–40. Индексы: 70003 ("Роспечать"), 27839 ("Пресса России"), 60266 ("Почта России")

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru