

СЕКЦИЯ 4. «МЕХАНИКА, МАШИНЫ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ»

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КВАРЦЕВЫХ ПЛАСТИН НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЗОНАТРА

Р.А. Белухин, Д.Э. Яружный.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

Пластина кварца с нанесенными на нее электродами и держателем представляет собой резонатор (электромеханический преобразователь).

Резонатор – колебательная система, в которой происходит накопление энергии колебаний за счёт резонанса с вынуждающей силой. Обычно резонаторы обладают дискретным набором резонансных частот.

В технике часто встречаются резонаторы с колебанием электромагнитных или механических величин. Конструкция резонатора сильно зависит от его резонансных частот.

Если на резонатор подать переменное напряжение, совпадающее с одной из механических частот кварца, в пластине возникают сильные механические колебания строго определенной частоты. Такие кварцевые пластины являются мощным излучателем волн сверхвысокой частоты и используются в технике.

Пьезокварцевые пластинки используются для стабилизации частот от 1 кГц до 200 МГц, для генерации и приема ультразвука, для резонаторов высокой добротности, для фильтров высокой избирательности, для измерения механического давления.

Принцип действия кварцевого резонатора.

На пластинку, кольцо или брусок, вырезанные из кристалла кварца определённым образом, нанесены 2 и более электродов — проводящие полоски.

Пластинка закреплена и имеет собственную резонансную частоту механических колебаний.

При подаче напряжения на электроды благодаря пьезоэлектрическому эффекту происходит изгибание, сжатие или сдвиг в зависимости от того, каким образом вырезан кусок кристалла.

Однако колеблющаяся пластинка в результате того же пьезоэлектрического эффекта создаёт во внешней цепи противо-ЭДС, что можно рассматривать как явление, эквивалентное работе катушки индуктивности в колебательном контуре.

Если частота подаваемого напряжения равна или близка к частоте собственных механических колебаний пластинки, затраты энергии на поддержание колебаний пластинки оказываются намного ниже, нежели при большом отличии частоты. Это тоже соответствует поведению колебательного контура.

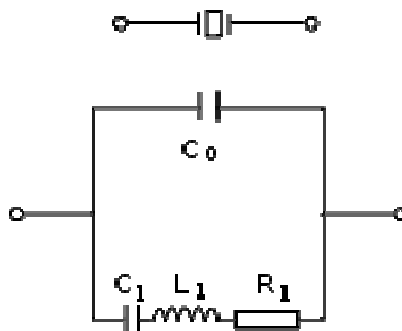


Рисунок 1 - Эквивалентная схема резонатора

C_0 – собственная ёмкость кристалла, образуемая кристаллодержателем и/или обкладками резонатора; C_1 , L_1 – эквивалентная ёмкость и индуктивность механической колебательной системы резонатора; R_1 – эквивалентное сопротивление потерь механической колебательной системы.

Плохое качество обработки поверхностей пьезоэлементов увеличивают эквивалентное сопротивление R_1 . Также очень важно, чтобы пластина подходила по размеру, так как размер площади поверхности влияет на емкость C_0 .

При производстве кварцевых резонаторов на заводе «МЕТЕОР» для контроля шероховатости используют профилометр модели 296.

Технические характеристики профилометра:

- диапазон измерений R_a , 0,02 – 10 мкм;
- верхние пределы диапазонов, 0,1; 1; 10 мкм.

Характеристики основной приведенной погрешности:

– погрешность профилометра не должна превышать требований ГОСТ 19300-73 для степени точности 2;

– предел допускаемой систематической составляющей:

- для диапазона 0,1 - 1 мкм – 10%;
- для диапазона 1 - 10 мкм – $10 R_a/R_{abn}$ %;

– предел допускаемого среднего квадратического отклонения случайной составляющей 2%.

Для контроля геометрических параметров используют микроскоп инструментальный БМИ–1Ц.

Технические характеристики микроскопа:

Диапазон измерения длин:

- в продольном направлении 0...150 мм
- в поперечном направлении 0...50 мм.
- фотоэлектрическими преобразователями 0...25 или 0...40 мм.

Диапазон измерения плоских углов окулярной угломерной головкой 0...360°.

Видимое увеличение отсчетного окулярной угломерной головки, 45 крат.

Максимальное расстояние между объективом и предметным стеклом координатного стола, 200 мм.

Расстояние от колонки до оси тубуса (вылет), 165 мм.

Из проведенного исследования следует, что шероховатость и размер кварцевой пластины являются одними из важнейших показателей работы резонатора. Следовательно, для производства более качественных резонаторов, при контроле шероховатости и геометрических размеров кварцевых пластин, необходимо стремиться к уменьшению погрешности измерения.

ТЕОРЕТИКО-ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА СИЛ ШЛИФОВАНИЯ

В.А. Носенко, М.В. Даниленко

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

При шлифовании в зоне контакта круга с деталью возникают силы, под действием которых происходит пластическая деформация металла и образование стружки. С увеличением сил резания увеличивается износ круга, сокращается период его стойкости, повышается температура в зоне резания и в поверхностных слоях детали, увеличивается шероховатость и снижается точность обработки. Вопросы изучения сил шлифования и влияние различных факторов на их изменение являются предметом большого количества исследований.

В настоящее время принято считать, что суммарная сила резания для плоского шлифования периферией круга (R) состоит из сил: нормальной (P_Y) и тангенциальной

(P_z). Принято также считать, что силы резания при шлифовании являются не результатом взаимодействия круга с деталью, а суммарным результатом взаимодействия одновременно работающих зерен круга с деталью.

Наиболее полные и систематизированные исследования кинематики резания закрепленным абразивным зерном были проведены профессором Масловым Е.Н [1]. Он изучил широкий комплекс теоретических вопросов шлифования и показал, в частности, что тангенциальная составляющая P_z силы резания является функцией толщины среза a_z . Согласно его методике предлагается определять суммарную силу резания путем умножения единичной силы на среднее число шлифующих зерен, расположенных в пределах зоны контакта, размеры которой зависят от высоты круга и длины дуги контакта круга с деталью. Среднее число шлифующих зерен определяется режимами шлифования, фактическим расстоянием между зернами и глубиной резания. Влияние радиуса закругления вершины зерна, свойств материала и других параметров процесса резания учитывается с помощью эмпирических коэффициентов, характерных только для определенных экспериментом условий обработки.

В модели, предложенной Островским В.И. [2], силы шлифования создаются вследствие работы деформации и трения шлифуемого металла под действием всех одновременно работающих абразивных зерен и связки круга. Физическая природа сил определяется деформацией шлифуемого металла и сопротивлением его движению – внешним трением. Шлифуемый металл для образования среза под воздействием каждого режущего абразивного зерна по мере его движения по траектории должен последовательно проходить три обязательных стадии упругой, пластической деформации и стружкообразования, определяемые глубиной внедрения зерна a_z . В зависимости от ее величины все контактирующие зерна соответственно делятся на скользящие, давящие и режущие. В каждый момент времени на отдельно взятое зерно действуют силы на его передней, боковых и задней поверхностях. На любой из них силы раскладываются на нормальную и касательную компоненты. Для суммирования сил автор разбивает профиль рабочей поверхности круга на слои толщиной u и определяет число зерен в каждом слое. Начальное распределение зерен зависит от характеристики круга. Изменение относительного числа работающих зерен по глубине профиля определяется степенной функцией, зависящей от формы и размера зерна. Отношение глубины резания к радиусу закругления вершины зерна определяет критерий перехода от одного режима деформации к другому и методику расчета сил, действующих на переднюю поверхность абразивного зерна.

На задней поверхности абразивных зерен всегда существуют площадки износа. Действующие на них силы не зависят от глубины резания и определяются только величиной площадки износа. В итоге сила, действующая на круг, есть сумма сил стружкообразования и трения.

В модели предложенной Филимоновым Л.М. [3] для определения силы резания предлагается расчетно-экспериментальный метод, который в качестве исходной информации требует определения ряда экспериментальных данных, некоторые из которых трудно измерить с достаточной степенью точности. Он состоит в следующем. Вначале определяют силу резания, действующую на одну режущую кромку круга, затем находят число работающих в пределах поверхности контакта круга с деталью режущих кромок и вычисляют силу резания как сумму сил от каждой режущей кромки. Число режущих кромок автор предлагает определять в зависимости от размеров зоны контакта круга с деталью, твердости и зернистости круга.

Зубарев Ю.М. [4] для расчета составляющих силы резания также применяет расчетно-экспериментальный метод. Согласно его модели после определения силы резания, действующей на единичное зерно, в пределах поверхности контакта круга с заготовкой находят число зерен, совершающих работу стружкообразования, число зерен, совершающих работу упругопластической деформации, и рассчитывают значения

действующих на них сил резания. Путем суммирования полученных значений определяют силу резания при шлифовании. Число зерен на участке контакта круга с заготовкой в любой момент времени постоянно и зависит от характеристики круга.

Все предложенные модели не учитывают изменение рельефа рабочей поверхности абразивного инструмента в результате различных видов износа, которым подвергаются абразивные зерна в процессе шлифования. Вследствие изнашивания изменяется количество контактирующих зерен, фактическая глубина резания и сила резания, действующая на каждое единичное зерно. В связи с этим для анализа влияния различных факторов на составляющие силы резания была разработана теоретико-вероятностная модель расчета этих составляющих, основанная на результатах микрорезания единичными абразивными зернами и учитывающая изменение рельефа круга в результате изнашивания.

Методика вычисления силы резания единичным зерном при шлифовании представлена различными авторами [4, 5].

Сила шлифования является результирующей сил резания отдельными зернами и зависит от положения вершины зерна в рабочем слое круга. При моделировании рельефа рабочей поверхности необходимо учитывать случайное взаимодействие вершин зерен, знать вероятности видов изнашивания вершин зерен, расположенных на разной глубине рабочей поверхности круга, и вероятность перехода в новое положение этой вершины в результате изнашивания [6].

Исходными данными для расчета распределения зерен по высоте рабочей поверхности круга являются число режущих кромок приходящихся на единицу площади круга n_z ($1/\text{мм}^2$) и их расположение на заданном уровне высоты круга y . Начальное распределение находится экспериментальными методами [4] и определяется способом и режимами правки. С учетом вероятностей различных видов изнашивания можно определить количество зерен расположенных на различном уровне n_{zi} с учетом времени шлифования.

Условия работы единичного абразивного зерна (фактическая глубина резания, фактическая длина дуги контакта, сила резания) определяются положением вершины зерна в одном из слоев зоны контакта.

Произведение части зерен n_{zi} на длину дуги L_i будет представлять собой число вершин равноудаленных от периферии (наиболее выступающих вершин), находящихся в зоне контакта в некоторый мгновенный момент времени:

$$N_{zi} = n_{zi} \cdot L_i. \quad (1)$$

Однако не все зерна, находящиеся в зоне контакта вступают во взаимодействие с обрабатываемым материалом. Контакт абразивного зерна и обрабатываемого материала является случайным событием, а, потому, определяется вероятностью контакта P_K .

Вероятность контакта P_K , определяющая число вершин взаимодействующих с обрабатываемым материалом в заданном слое определяется по известной модели Новоселова Ю.К.

При прочих равных условиях P_K зависит от положения вершины зерна в зоне резания, то есть от расстояния вершины до условной наружной поверхности круга y и расстояния до вертикальной оси, проходящей через центр круга x :

$$P_K = f(x; y) \quad (2)$$

С увеличением этих расстояний, в общем случае, P_K снижается.

Произведение n_{zi} на P_K представляет собой число зерен i -го слоя на единице площади ($1/\text{мм}^2$), контактирующих с обрабатываемым материалом в некоторый момент времени. Следовательно, учитывая выражения (1) и (2) число равноудаленных от периферии зерен, находящихся в зоне контакта и взаимодействующих с обрабатываемым материалом будет определяться:

$$N_{zki} = \int_{L_i} n_{zi} \cdot P_K = n_{zi} \int_{L_i} P_K = n_{zi} \cdot L_{\Phi i}, \quad (3)$$

где $L_{\phi i}$ - фактическая длина дуги контакта, являющаяся частью траектории движения вершины зерна L_i , проходящая через зону резания, и представляющая собой сумму отрезков данной траектории, в пределах которых зерно взаимодействует с обрабатываемым материалом.

Фактическая длина дуги контакта одного абразивного зерна, имеющего максимальную глубину резания t_{zi} , определяется как интеграл вероятности контакта в пределах зоны резания:

$$L_{\phi i} = \int_{-L_{yi}}^{L_{yi}} P_K dx, \quad (4)$$

где L_{yi} – расстояние от основной плоскости до пересечения уровня y с траекторией движения i -го зерна.

Сила резания одной вершины R зависит от положения этой вершины в зоне контакта аналогично зависимости P_K :

$$R = f(x; y) \quad (5)$$

Учитывая зависимости (3) и (5), сила резания, возникающая в некоторый мгновенный момент времени при взаимодействии равноудаленных от периферии круга вершин зерен с обрабатываемым материалом будет определяться по формуле:

$$R_{ki} = \int_{L_i} n_{zi} \cdot P_K(x; y) \cdot R(x; y) = n_{zi} \int_{L_i} [P_K(x; y) \cdot R(x; y)] \quad (6)$$

Вычисляя выражение (6) для каждого i -го слоя зоны контакта получим значение **силы шлифования**, в некоторый момент времени, на 1 мм высоты абразивного круга:

$$R_{\text{шл.}} = \sum_i R_{ki} \quad (7)$$

Результаты расчетов силы резания, выполненные по рассмотренной в данной статье методике, представлены в таблице. Параметры шлифования, используемые в расчете и при выполнении эксперимента: характеристика круга 1 250 x 76,2 x 20 24A F60 K (4...8) B; режимы шлифования: $v_k=35$ м/с, $v_n=0,2$ м/с; обрабатываемый материал сталь 45 (HRC 45); длина образца 0,1 м; ширина образца 0,01 м.

Таблица – Сопоставление расчетных и экспериментальных значений сил резания

t_{ϕ} , мкм	u , мкм	n_z , 1/мм ²	Расчетные значения, Н/мм			Экспериментальные значения, Н/мм		
			R	Pz	Py	R	Pz	Py
11	30	4,28	7,98	3,79	7,03	7,74	3,3	7,0

Вывод.

Результаты экспериментального определения сил шлифования согласуются в рамках допустимых расхождений с результатами теоретических расчетов, что позволяет сделать заключение об адекватности разработанной вероятностно-статистической модели и возможности применения разработанной на ее основе программы [7] в качестве средства теоретических исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маслов Е.Н. Теория шлифования металлов. М., Машиностроение, 1974.
2. Островский В.И. Теоретические основы процесса шлифования. – Л.: Изд-во ленингр. ун-та, 1981. - 144с.
3. Филимонов Л.Н. Высокоскоростное шлифование. Л.: Машиностроение, 1979. - 246с.
4. Зубарев Ю.М. Теория и практика повышения эффективности шлифования материалов / Ю.М. Зубарев, А.В. Приемышев. — СПб.: Издательство «Лань», 2010. — 304 с.

5. Корчак С.Н. Производительность процесса шлифования стальных деталей / С.Н. Корчак. — М.: Машиностроение, 1974. — 280 с.
6. Носенко В.А. Математическая модель формирования рабочей поверхности круга при шлифовании / В.А. Носенко, Е.В. Федотов, М.В. Даниленко // Инструмент и технологии. — 2010. — № 30 – 31. — С.151 – 154.
7. Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2011614423 от 6 июня 2011 г. РФ, МПК (нет) Расчёт сил резания при шлифовании / В.А. Носенко, Е.В. Федотов, М.В. Даниленко, С.В. Носенко; ВолгГТУ. - 2011.

**НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ АВТОБУСОВ
«ВОЛЖАНИН – 527006» НА ТОРМОЗНОМ СТЕНДЕ МУП ВАК 1732**

канд. техн. наук, доценты П.А. Кулько, А.П. Кулько,
старший преподаватель Р.В. Заболотный, В.В. Павлов.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

Автобус оборудован тремя автономными тормозными системами: рабочей, стояночной, вспомогательной и системой аварийного растормаживания. Все тормозные системы работают независимо, обеспечивая высокую надёжность и эффективность торможения.

Рабочая тормозная система предназначена для служебного и экстремального торможения автобуса до полной его остановки. Привод рабочего тормоза – пневматический, двухконтурный (I и II контуры), он приводит в действие отдельно тормоза переднего и заднего мостов, на которые установлены тормозные диски. Управляется привод ножной педалью тормозного крана. Рабочая тормозная система оборудована антиблокировочной системой «WABCO», EBS.

В настоящее время альтернативе ABS стали применять на новых современных автобусах систему EBS. Электронная тормозная система EBS позволяет управлять работой тормозных механизмов с максимальной эффективностью. Она обеспечивает мгновенное срабатывание и отпускание тормозов, что существенно повышает их эффективность. Эта система способствует экономии топлива, поскольку отпускание тормозов происходит быстро и одновременно, без «прихватывания». Электронная тормозная система EBS также способствует лучшему взаимодействию антиблокировочной системы и системы регулирования тягового усилия. Применяются два варианта тормозной системы EBS: medium и high. Последний вариант предназначен для тягачей с полуприцепами. Функции системы EBS,

обеспечивающие безопасность:

- АБС антиблокировочная система тормозов;
- *контроль износа тормозных накладок (LWS)* предупреждает водителя о том, что остается только 20% от первоначальной толщины накладок;
- *компенсация износа тормозных накладок (LWC)* нивелирует разницу в износе накладок между разными осями автомобиля;
- *предупреждение о перегреве* тормозов;
- *функция совместной работы тормозных систем*, для повышения эффективности торможения задействуется вспомогательный тормоз;
- *блокировка дифференциала с синхронизацией колес (DLS)*.

Скорость вращения ведущих колес синхронизируется перед включением механизма блокировки дифференциала.

На автобусе установлены:

- двигатель DEUTZ (Евро-4);

- автоматическая коробка передач ZF 6S 1200;
- шины 275/70 R22,5 со статическим радиусом $r_{ст} = 470$ мм.

База автобуса L составляет, мм, - 5950.

Масса m_c снаряжённого автобуса, кг, - 11420.

Полная масса m_a , кг, - 18500.

Распределение нагрузки, кг:

- на переднюю ось G_1 - 7000;

- на заднюю ось G_2 - 11500.

Целью исследования является разработка методики для анализа действия тормозной системы при испытании автобусов в снаряжённом состоянии на тормозном стенде СТС – 10У СП -11 в Волжской автоколонне 1732 по данным в работе [1].

При торможении автомобиля сила инерции F_I вызывает перераспределение нормальных нагрузок между передним и задним мостами: нагрузка на передние колёса увеличивается, а на задние – уменьшается.

Оценку действия передних тормозных сил выполним по коэффициенту распределения общей тормозной силы на переднюю ось β_0 , который предложил Е.А.Чудаков[2]:

$$\beta_0 = \frac{F_{TOP1}}{F_{TOP1} + F_{TOP2}}, \quad (1)$$

где F_{TOP1} – тормозная сила на переднем мосту, Н;

F_{TOP2} - тормозная сила на заднем мосту, Н.

Тормозные силы на колёсах определяются по величине коэффициента сцепления колеса с дорогой и реакцией на них:

$$F_{TOP1} = \varphi R_{Z1}; \quad (2)$$

$$F_{TOP2} = \varphi R_{Z2}. \quad (3)$$

Для обеспечения наиболее эффективного торможения необходимо, чтобы тормозные силы (тормозные моменты) распределялись между мостами автомобиля пропорционально нормальным реакциям дороги. При этом условии коэффициент β_0 можно определить по формуле (4) [3]:

$$\beta_0 = \frac{R_{Z1}}{R_{Z1} + R_{Z2}}, \quad (4)$$

Переменные величины R_{Z1} и R_{Z2} могут быть найдены из уравнений моментов относительно центров площадей контакта колес с дорогой противоположных мостов:

$$R_{Z1} = \frac{m_a g [b + (h_{цм} - r_k) \cdot \varphi]}{L}, \quad (5)$$

$$R_{Z2} = \frac{m_a g [a - (h_{цм} - r_k) \cdot \varphi]}{L}, \quad (6)$$

где b – расстояние от центра масс автобуса до оси задних колёс, мм;

a – расстояние от центра масс автобуса до оси передних колёс, мм;

$h_{цм}$ – высота расположения центра масс автобуса, мм;

r_k – радиус качения колеса, мм;

$(h_{цм} - r_k)$ – расстояние от центра масс до вектора тормозной силы, место приложения которой является ось колеса автобуса, мм;

L – база автобуса, мм.

Учитывая зависимости (1,2,3,4,5,6), находим формулу для коэффициента β_0 - распределения общей тормозной силы на переднюю ось [3]:

$$\beta_0 = \frac{b + (h_{цм} - r_k) \cdot \varphi}{L}, \quad (7)$$

Из формулы (7) следует, что оптимальное значение коэффициента β_0 зависит от координат расположения центра масс автобуса b , $h_{\text{цм}}$, коэффициента сцепления φ колеса с дорогой и базы автобуса L .

Определение нагрузки на каждое колесо и величины тормозного усилия выполнялись в зоне диагностики Волжской автоколонны 1732 на стенде СТС – 10У СП – 11 с относительной скоростью движения автобуса 5 км/ч. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Гаражный номер	Пробег тыс. км	Передний мост				Задний мост			
		Слева		Справа		Слева		Справа	
		Нагр., Н	Торм. усилие, Н	Нагр., Н	Торм. усилие, Н	Нагр., Н	Торм. усилие, Н	Нагр., Н	Торм. усилие, Н
373	109,3	20220	11871	17780	11841	41280	12666	33840	16976
379	129,2	20660	11166	19490	10023	40560	17603	33110	14623
371	152,8	19550	9616	19670	9576	42300	18377	32390	14394
384	157,9	19840	10689	18150	9437	40160	14235	32640	13520
355	160	18950	10202	20880	10709	40870	19858	30490	14086
387	172	20240	11143	18450	9159	40540	16361	32200	13401
378	183,3	19820	12099	18940	10083	40250	15705	33240	14881
377	186,6	20830	12149	18640	11732	38720	16053	33700	18368
383	197,8	21020	13719	18700	14006	42160	16868	34940	18447
Среднее		20126	11406	18967	10396	40760	16414	33283	15411

Анализ результатов измерений выполним в следующей последовательности.

1. Находим нагрузки G_1 на передние и G_2 задние оси автобусов и общий вес G_a испытываемых автобусов.
2. Определим тормозные силы $F_{\text{ТОР1}}$ на передних и $F_{\text{ТОР2}}$ задних мостах и их суммарную величину.
3. Рассчитаем коэффициент β_0 по формуле (1) для каждого автобуса.
4. Находим величину расстояния b от оси центра масс $h_{\text{цм}}$, учитывая соотношения в системе уравнений:

$$\begin{cases} G_1 \cdot a = G_2 \cdot b \\ a + b = L \end{cases}, \quad (8)$$

$$b = \frac{L}{\frac{G_2}{G_1} + 1}. \quad (9)$$

5. Рассчитаем коэффициент сцепления колёс каждого автобуса по соотношению:

$$\varphi = \frac{F_{\text{ТОР1}} + F_{\text{ТОР2}}}{G_1 + G_2}. \quad (10)$$

6. Координату центра масс $h_{\text{цм}}$ автобуса находим из формулы (7):

$$h = \frac{L\beta_0 - b}{\varphi} + r_k. \quad (11)$$

где r_k – радиус качения колеса, мм;

$r_k = (0,95 \dots 0,97)$;

$r_{ст}$ - статический радиус колеса, мм, $r_{ст} = 470$ для шины 275/70 R22,5.

Таблица 2

Гаражный номер	Пробег тыс. км	G_1 , Н	G_2 , Н	G_a , Н	$F_{ТОР1}$ Н	$F_{ТОР2}$ Н	$F_{ТОР1} + F_{ТОР2}$ Н	β_0	b, мм	$h_{цм}$, мм	ϕ	$ j $, m/c^2
373	109,3	38000	75120	113120	23712	29642	53354	0,44	1999	1768	0,47	4,61
379	129,2	40150	73670	113820	21189	32232	53421	0,40	2099	1049	0,47	4,61
371	152,8	39220	74690	113910	19192	32771	51963	0,37	2049	783	0,46	4,51
384	157,9	37990	72800	110790	20126	27755	47881	0,42	2040	1518	0,43	4,22
355	160	39830	71360	111190	20911	33944	54855	0,38	2131	716	0,49	4,81
387	172	38690	72740	111430	20302	29762	50064	0,41	2066	1281	0,45	4,41
378	183,3	38760	73490	112250	22182	30586	52768	0,42	2055	1397	0,47	4,61
377	186,6	39470	72420	111890	23881	34421	58302	0,41	2099	1106	0,52	5,10
383	197,8	39720	77100	116820	27725	35315	63040	0,44	2023	1553	0,54	5,30

7. Рассчётное замедление автобуса определим по формуле:

$$|j| = \phi \cdot g. \quad (12)$$

Полученные рассчитанные величины внесём в таблицу 2.

ОБСУЖДАЕМ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Полученные при испытании автобусов на стенде значения тормозных сил (оценка по средней величине в табл.1), Н:

- на левых колёсах передних осей на 8,85% больше, чем на правых;
- на левых колёсах задних осей на 6,1 % больше, чем на правых колёсах.

Это объясняется расположением моторно-трансмиссионной установки, которое вызывает изменение нагрузки (оценка по средней величине в табл.1), Н :

- на левых колёсах передних осей на 5,8 % больше, чем на правых;
- на левых колёсах задних осей на 18,3 % больше, чем на правых.

2. Эффективность действия электронной тормозной системы EBS оценим величинами:

- коэффициентов β_0 - распределения общей тормозной силы на переднюю ось; небольшая величина разброса значений коэффициентов β_0 (от 0,37 до 0,44, табл.2) показывает, что для различных показателей нагрузки на левых и правых колёсах экспериментальных автобусов произошло регулирование тормозных сил передних и задних осей;

- регулированием неравномерности действия тормозных сил на колёсах левой и правой стороны, которые по этому показателю соответствуют требованиям ГОСТ Р 51709 – 2001. При проверках на стендах допускается относительная разность тормозных сил колес оси (в процентах от наибольшего значения) для осей АТС с дисковыми колесными тормозными механизмами не более 20 % .

3. Предложенная методика исследования позволила определить координаты расположения центра масс автобусов: b – расстояние до оси заднего моста; высоту $h_{цм}$ относительно опорной поверхности.

4. Удовлетворительное рабочее состояние приводных барабанов стенда характеризуется стабильными показателями коэффициентов сцепления колёс ϕ с поверхностью барабанов, величины которых имеют небольшой разброс (от 0,43 до 0,54, табл.2).

5. Полученные показатели коэффициента ϕ позволяют рассчитать ожидаемую величину замедления автобуса в снаряжённом состоянии при торможении. По требованиям ГОСТ Р 51709 – 2001 установившееся замедление при торможении для

автобусов категории МЗ должно быть не менее $4,5 \text{ м/с}^2$, что соответствует полученным расчётным величинам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулько П.А., Заболотный Р.В., Беспалько Н.А.. Исследование изнашивания тормозных дисков низкопольных автобусов «Волжанин – 5270.06»: прогнозный расчёт срока службы. //Автотранспортное предприятие, 2011, № 4.- С 40 – 42.
2. Чудаков Е.А. Теория автомобиля /Е.А.Чудаков. – М.: Машгиз, 1950. – 343 с.
3. Подригало М.А., Назаров В.И. Распределение тормозных сил между осями современного АТС, учитывающее фазы процесса его торможения // Автомобильная промышленность, 2012, №7.- С 17-21.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОСПРОИЗВОДИМОСТИ И СХОДИМОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ КОНТРОЛЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РОЛИКОВ ПОДШИПНИКА

А.П. Митрофанов, С.В. Гудилова.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

Обеспечение достоверности решения задач управления качеством возможно лишь при достаточном высоком качестве измерений. Для оценки степени достижения необходимой точности измерений проводится анализ измерительной системы: *R&R-анализ (Repeatability & Reproducibility)*, или анализ повторяемости и воспроизводимости.

Анализ сходимости и воспроизводимости, как измерительный инструмент, используется не для определения достоверности системы, а для того, чтобы понять, насколько система способна воспроизводить последовательные результаты. То есть, не только узнать, насколько точным является инструмент, но и понять, насколько точны операторы, использующие этот инструмент.

Цель анализа сходимости и воспроизводимости – оценить вариации измерений, связанные с работой измерительного прибора, и ошибки в работе оператора, сравнивая их с вариациями измерений тестируемых деталей. Помимо этого, анализ может преследовать более широкие цели, позволяя сравнить вариации с пределами допусков или с вариацией измерений, которая ожидается в ходе процесса.

Оценивание сходимости и воспроизводимости измерительного процесса осуществляли методом средних и размахов согласно методики изложенной в ГОСТ Р 51814.5-2005. Объектом исследования являются контрольно-измерительные операции, используемые в процессе изготовления роликов подшипника 7805. Анализ подверглись результаты измерений по следующим параметрам: радиус сферы базового торца ролика (прибор Форм-Телесерф Интра); шероховатость по образующей ролика (прибор Суртроник 3+); твердость ролика (прибор Твердомер ТК-2).

Для оценки измерительных систем контроля исследуемых параметров применялась единая методика проведения анализа. Количество операторов $N = 3$, проводили замеры 10 роликов с трехкратным повторением измерительной процедуры ($Q=3$). Для каждого оператора по каждому изделию вычисляли среднее значение измерения и размах. Далее определяется среднее значение измеряемого показателя \bar{x}_j и средний размах \bar{R}_j для каждого оператора, а так же общий средний размах \bar{R} и величину $\bar{x}_d = \max \bar{x}_j - \min \bar{x}_j$. Первичные результаты исследования представлены в табл.1.

Таблица 1. Данные результатов исследования оценки измерительных систем

Исследуемый параметр	Оператор	\bar{x}_j	\bar{R}_j	\bar{R}	\bar{x}_d
Радиус сферы, мм	1	111,79	0,42	0,44	0,34
	2	111,45	0,5		
	3	111,56	0,4		
Шероховатость, мкм	1	0,1353	0,002	0,003	0,0043
	2	0,1337	0,004		
	3	0,1310	0,003		
Твердость, <i>HRC</i>	1	63,33	0,2	0,186	0,2
	2	63,21	0,19		
	3	63,13	0,17		

При анализе повторяемости по существу анализируется погрешность используемого прибора (*EV*):

$$EV = \bar{R} \cdot k_1,$$

где $k_1=3,05$ для условий $N=3$, $n=10$ и $Q=3$.

Воспроизводимость измерений определяет погрешность, связанную с различием в квалификации различных операторов, которая соответствует характеристике – вариации оценщика (*AV*):

$$AV = \sqrt{(\bar{x}_d \cdot k_2)^2 - \frac{EV^2}{nQ}},$$

где $k_1=2,7$ для условий $N=3$.

Сходимость и воспроизводимость измерительных систем рассчитывается по формуле:

$$R \& R = \sqrt{EV^2 + AV^2}.$$

Изменчивость образцов рассчитывается по формуле:

$$PV = R_p \cdot k_3,$$

где R_p – размах средних;

$k_3 = 1,62$ для $n=10$.

Полная изменчивость измерительного процесса рассчитывается по формуле:

$$TV = \sqrt{R \& R^2 + PV^2}.$$

Приемлемость измерительной системы для целей регулирования или измерения изменчивости процесса оценивают по формуле:

$$\%R \& R = 100\% \frac{R \& R}{TV}.$$

Таблица 2. Результаты расчета сходимости и воспроизводимости исследуемых измерительных систем

Параметр	<i>EV</i>	<i>AV</i>	<i>R&R</i>	R_p	<i>PV</i>	<i>TV</i>	<i>%R&R</i>
Радиус сферы, мм	1,342	0,885	1,607	9,9	16,04	16,12	9,97
Шероховатость, мкм	0,00915	0,011	0,0145	0,06	0,097	0,098	14,94
Твердость, <i>HRC</i>	0,5673	0,530	0,776	3,03	4,91	4,97	15,62

Согласно ГОСТ Р 51814.5-2005 при $\%R \& R < 10\%$ измерительная система считается приемлемой, при $10\% < \%R \& R < 30\%$ система может быть принята к применению в зависимости от важности результатов, стоимости приборов и т.п. При $\%R \& R > 30\%$ измерительная система нуждается в совершенствовании.

Результаты оценивания сходимости и воспроизводимости измерительного процесса исследуемых параметров показывают (табл.2), что из трех полностью приемлемой можно считать только измерительную систему контроля радиуса сферы борта ролика, остальные системы выходят за границу 10 %, следовательно, возможность их использования будет определяться требованиями к качеству и достоверности самих результатов измерения.

АНАЛИЗ ПРИЧИН ПОЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТА «ПОСТОРОННЕЕ ВКЛЮЧЕНИЕ» ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЕЗДОВЫХ КАМЕР НА ОАО «ВОЛТАЙР-ПРОМ»

А. Ю. Мозгунова, А. В. Авилов.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

ОАО «Волтайр-Пром» является единственным в России производителем широкопрофильных радиальных шин. Спрос на продукцию предприятия неуклонно растет, и ОАО «Волтайр-Пром» наращивает объемы производства. ОАО «Волтайр-Пром» – в числе тех предприятий, которые встали на путь инноваций, используя научные разработки местных вузов, повышающие качественные характеристики продукции.

Предприятие состоит из следующих основных цехов:

- цех подготовки сырья, – в котором осуществляется прием, входной контроль, хранение, учет и выдача сырья и материалов в производство;
- подготовительный цех – изготавливаются резиновые смеси, выпускаются профильные протекторные заготовки;
- каландровый цех – ведется пропитка, сушка, термообработка, обрезинивание текстильных кордов, обрезинивание и раскрой металлокордов;
- сборочное производство – осуществляется раскрой текстильных металлокордов, сборка покрышек (шин) диагональной и радиальной конструкции;
- цех вулканизации – вулканизируются собранные покрышки, проводится контроль качества собранных изделий на соответствие требованиям инструкций по рассортировке пневматических шин, обрезка выпрессовок, комплектация ездовыми камерами;
- автокамерный цех – осуществляется выпуск ездовых камер, ободных лент.

С 2010 года на предприятии стал частым дефект постороннее включение в теле камеры размера 8, 25-20. Данная автокамера производится по ТУ 2521-024-50514721-2008, и является комплектующей для покрышки размера 8, 25-20 модель У-2.

В результате анализа технологического процесса «Производство ездовых камер» были выявлены следующие причины данного дефекта:

- 1) попадание в разогреваемую резиновую смесь с «возвратом» подвулканизированной резины;
- 2) некачественное стрейнирование резиновой смеси после первой стадии изготовления;
- 3) низкая культура производства при обработке резиновой смеси на вальцах;
- 4) комкование ингредиентов;
- 5) нарушение требований по хранению и транспортировке резиновой смеси;
- 6) попадание посторонних включений в камерный рукав при шприцевании;
- 7) повреждение стенки заготовки иглой при установке вентиля.

После применения анализа Парето было выявлено, что 93,75 % дефектов вызывается двумя причинами – попадание посторонних включений в камерный рукав при шприцевании и нарушение требований по хранению и транспортировке резиновой смеси. Совместно со службой Главного технолога были разработаны следующие корректирующие мероприятия:

- 1) внести в инструкцию для холодильщиков резиновых смесей ТИ 14/02 обязательную уборку стеллажей и закрытие пленкой стеллажей с резиновой смесью. Ежемесячно производить повторное ознакомление с инструкцией под роспись;
- 2) проводить 100 % разбраковку камерного рукава при шприцевании размера 8,25-20;
- 3) дважды в месяц производить чистку и обжиг перекидных, рабочих и приемных транспортеров на агрегатах участка шприцевания;
- 4) ежемесячно производить замеры зазоров с осмотром состояния на шприцмашинах.

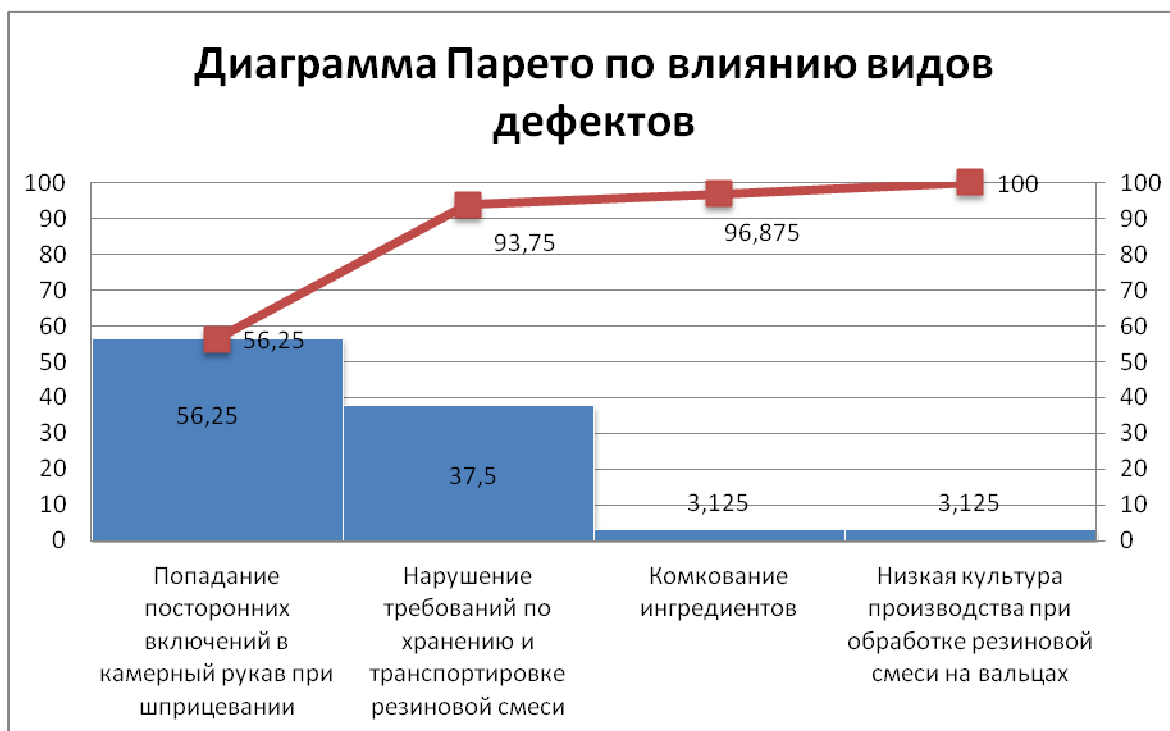


Рисунок 1



Рисунок 2

В 2012 году количество продукции поступившей по рекламации по дефекту «постороннее включение» в сравнении с 2010, 2011 годом значительно снизилось. Следовательно корректирующие мероприятия которые были внедрены в период с 2011 по 2012 год, имеют положительные последствия, и благотворно влияют на конкурентноспособность предприятия.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХЛОРИСТОГО И СЕРНОКИСЛОГО АММОНИЕВ
СПОСОБОМ ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКОГО И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО
ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА С ЦЕЛЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ ИХ В КАЧЕСТВЕ
ИМПРЕГНАТОРОВ АБРАЗИВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ**

В.А. Носенко, А.П. Митрофанов, А.А. Крутикова.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

Применение импрегнированного абразивного инструмента повышает эффективность процесса шлифования. Воздействуя на инструмент и процесс шлифования, импрегнирование снижает силы резания и расход инструмента, повышает качество обработанной поверхности [1].

Для того чтобы разработать импрегнирующий состав необходимо знать как он поведет себя в процессе обработки с возрастанием температур. Для этого проводят исследование физических свойств участников процесса (реагентов и продуктов) при повышенных температурах: вплоть до температуры их разложения.

Термография, или термический анализ, является одним из наиболее распространенных методов исследования фазового состава материалов. С помощью термографии изучают состав минерального сырья для производства строительных материалов, определяют температуру, при которой в материалах происходят физико-химические превращения, исследуют процессы твердения вяжущих.

Термография основывается на следующих явлениях:

- изменении энтальпии вещества при нагревании (метод дифференциального термического анализа);
- изменении массы вещества при нагревании (метод термогравиметрии);
- изменении размеров образца при нагревании (метод дилатометрии);
- изменении электропроводности образца при нагревании.

Кривая записи изменения какого-либо свойства вещества от времени нагрева называется в общем случае термограммой.

В процессе термического анализа можно использовать каждый из перечисленных методов отдельно либо комплексно: одновременно два, три или все четыре метода. Одновременная запись изменения энтальпии и изменения массы одного и того же образца в процессе нагревания получила название дериватографии [3].

Дериватографический анализ – это вид сложного термического анализа, посредством которого для одной единственной пробы испытуемого вещества одновременно измеряются температура (Т), изменение веса (TG), скорости изменения веса (DTG) и энтальпии (DTA). Результаты анализа в виде четырёх совмещённых на одном графике позволяют легко установить направление и величину изменения в данной пробе энтальпии, связанной с изменением агрегатного состояния и химическими реакциями, происходящими в испытуемом материале под влиянием тепла. С другой стороны, посредством термогравиметрических измерений можно точно определить ход изменения веса пробы при испытании. На основании кривой TG можно производить стехиометрические расчёты или вычисление процентного содержания. Исходя из этих возможностей, представляется актуальным исследование физических свойств исходных компонентов, их взаимодействий, промежуточных продуктов и конечного вещества для

процессов, протекающих при повышенных температурах, таких, каким является процесс шлифования металлов с использованием импрегнаторов.

Для выявления характера процессов, протекающих в ходе нагрева, исследовали зависимости изменения массы $TG = fTG(t)$ и энтальпии $DTA = fDTA(t)$ от текущей температуры анализируемой пробы.

Эксперименты проводили в динамическом режиме нагрева со скоростью 10 градусов в минуту от комнатной температуры до 1000 °С в платиновых тиглях. Цена деления шкалы скорости изменения массы (DTG) и энтальпии (DTA), принятая за условную единицу, зависит от настройки прибора и была неизменной для всех измерений. Исследования проводили методами термогравиметрического и дифференциального термического анализа на дериватографе системы Паулик-Эрдеи фирмы «МОМ» (Венгрия).

В качестве проб взяли два вещества: хлористый аммоний и сернокислый аммоний. Так же был проведен анализ каждого вещества с порошком стали ШХ15.

Процесс термораспада ХА начинается при температуре выше 250 °С (рис. 1а), происходит активно с быстрой потерей массы в начальный период и выделением газовой составляющей продуктов разложения. Масса ХА уменьшается на 95 % в интервале температур 250 - 400 °С, реакция разложения – эндотермическая. При дальнейшем нагревании интенсивность термораспада заметно снижается. При температуре 900 °С от первоначальной массы остается 1 %.

Для смеси ХА с порошком стали ШХ15 наблюдается, заметное изменение характера термических эффектов реакции разложения (рис. 1б). Так изначально процесс разложения начинается при аналогичной температуре, что и при исследовании только ХА. Однако термический эффект реакции существенно меньше и в конце периода разложения (400 °С) наблюдается несвойственный при исследовании только ХА большой экзотермический всплеск, свидетельствующий о химической реакции между продуктами разложения ХА и металлом. Кроме того при дальнейшем нагревании в интервале температур 550 – 700 °С наблюдается химическая реакция, сопровождающаяся уменьшением массы исследуемого материала на 5 % и значительным экзотермическим эффектом.

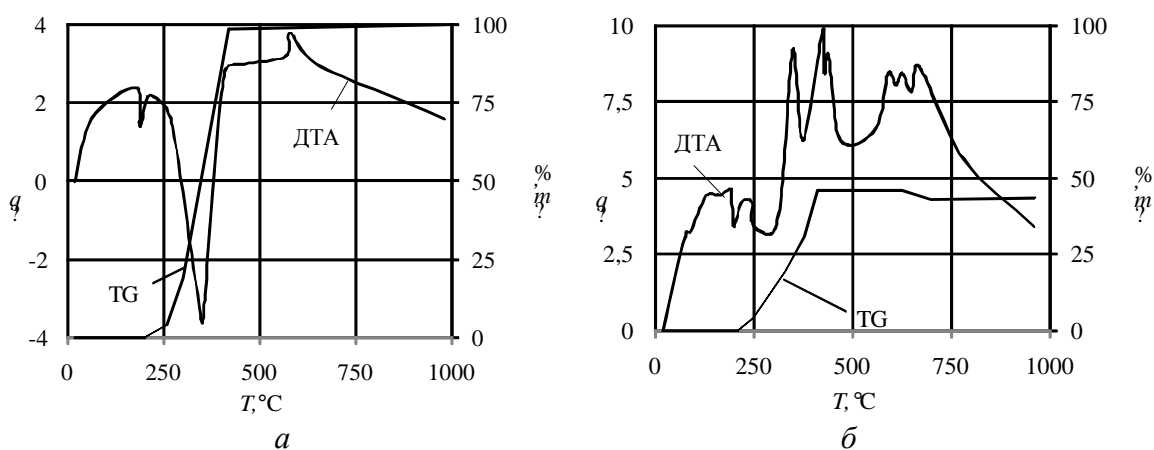


Рисунок 2 – Термографические исследования хлористого аммония (а) и смеси хлористого аммония со сталью ШХ15 (б)

Предположительно данная реакция представляет собой деструкцию вещества образовавшегося в результате химического взаимодействия продуктов разложения ХА с металлом при более низких температурах. Результаты исследования говорят о существенных химических процессах, протекающих между продуктами разложения ХА с металлом.

Активная фаза термораспада СА наблюдается при 280 °С (рис. 2а). Реакция разложения отмечается двумя эндотермическими пиками и активным выделением газовых продуктов. В отличие от ХА, где первоначальная масса в начальный период уменьшается на 65 %, у СА снижение составляет около 40 %. При 400 °С процесс разложения органических соединений протекает более активно. По завершению эксперимента при 1000 °С масса остатка вещества составляет 2 %.

Результаты исследования смеси СА с порошком стали ШХ15 во многом аналогичны результатам, полученным смеси ХА с порошком стали ШХ15 (рис. 2б). Прежде всего – это снижение теплового эффекта реакции разложения СА, а главное – химическое взаимодействие продуктов разложения СА с металлом. Но есть и свои особенности. В частности, более сложный процесс химического взаимодействия после разложения СА, сопровождающийся колебанием массы навески и ярко выраженным экзотермическим эффектом реакций.

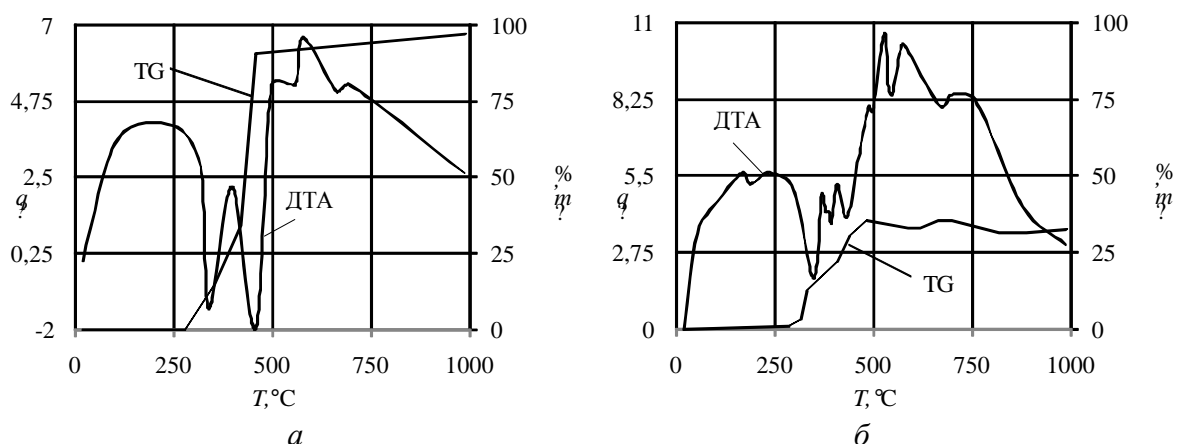


Рисунок 2 – Термографические исследования сернокислого аммония (а) и смеси сернокислого аммония со сталью ШХ15 (б)

В совокупности полученные результаты дериватографических исследований веществ ХА и СА говорят о химическом взаимодействии продуктов разложения аммониев с порошком стали ШХ15 с образованием предположительно соединений хлоридов, сульфидов и нитридов металла.

При анализе полученных результатов дериватографических исследований представляющих собой физическое моделирование процессов шлифования импрегнированным абразивным инструментом необходимо учитывать важное ограничение. Взаимодействие металла с веществами во многом определяется условиями эксперимента, в частности значительным временным разрывом газообразования и температурной активации металла. Вследствие этого, возможных признаков химического взаимодействия продуктов разложения веществ с металлами методами дериватографии можно и не обнаружить. Однако при шлифовании, когда скорость нагрева достигает 10^6 град. \cdot с $^{-1}$, в результате воздействия высокого давления и непрерывного образования новых (ювенильных) поверхностей реакционная способность контактируемых веществ существенно возрастает.

Дериватографические исследования разложения смеси СА с металлом и ХА с металлом свидетельствуют о более высокой реакционной способности газообразователей СА и ХА. Окислительные процессы не наблюдаются, следовательно, поверхность порошка стали пассивирована другими соединениями предположительно нитридами, хлоридами и сульфидами металла. Таким образом, можно предположить, что образовавшиеся в результате взаимодействия продуктов разложения СА и ХА с обрабатываемым металлом соединения будут положительно влиять на процесс шлифования.

Литература

1. Никитин, А.В. Шлифование труднообрабатываемых материалов импрегнированными кругами как способ повышения их режущих свойств / А.В. Никитин // Инструмент и технологии. - 2010. - №28. - С. 52-58.
2. Носенко, В.А. Исследование применения импрегнаторов из класса порофоров для пропитки абразивного инструмента / В.А. Носенко, А.П. Митрофанов, Г.М. Бутов // СТИН. - 2011. - № 8. - С. 35-40.
3. Пименова, Л. Н. Термография. Методические указания. / Сост. Л.Н. Пименова – Изд-во Томск. архит.-строит. ун-та, 2005. - 19 с.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА КОНТАКТИРУЮЩИХ ЗЕРЕН И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОФИЛЯ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

В.А. Носенко, Л.К. Морозова.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

В основе формирования шероховатости лежит геометрическое копирование формы. В общем случае шлифованная поверхность рассматривается как совокупность царапин, оставленных множеством абразивных зёрен. Поэтому исследование распределения вершин на рабочей поверхности абразивного инструмента, особенно в толщине контактного слоя, является актуальной задачей. Основная сложность заключается в том, что размер контактной зоны, например, на чистовых режимах не превышает 3 – 10 мкм, и достоверно определить распределение вершин зёрен в этом слое рабочей поверхности круга практически невозможно. Особый интерес представляют рабочие зёрна, т.е. контактирующие с обрабатываемой поверхностью при шлифовании.

Мы предлагаем распределение вершин зёрен в пределах слоя шероховатости поверхности определять по профилю обработанной поверхности. Сейчас известно свыше 40 параметров шероховатости, в том числе 17 определены ГОСТ 25142-82. Если все местные впадины профиля рассматривать, как следы, оставленные вершинами зёрен, количество местных впадин и их распределение по высоте профиля определяет количество вершин зёрен, оставивших след на рассматриваемом сечении шлифованной поверхности.

При разработке методики приняты следующие допущения:

- 1) зёрна, оставившие след на обработанной поверхности будем называть контактирующими $n_{зк}$, понимая под этим термином только режущие и давящие вершины зёрен;
 - 2) зерно, контактирующее с обрабатываемым материалом, имеет только одну режущую вершину;
 - 3) каждая впадина на профиле поперечного сечения, полученная при записи с использованием прибора профилометра, является следом от одного зерна.
- Общее количество вершин зёрен, оставивших след на 1 мм базовой длины профиля обработанной поверхности, определим с использованием среднего шага местных выступов профиля S (по ГОСТ 25142 – отрезок средней линии между проекциями на неё наивысших точек соседних местных выступов профиля):

$$n_{зк} = 1000/S \text{ мм}^{-1} \quad (1)$$

Профиль поперечного сечения поверхности после шлифования регистрируется профилографом-профилометром «СЕЙТРОНИК ПШ8-3 С.С.». Перед использованием прибора проводили его калибровку, в результате чего получили тарировочный коэффициент. В применяемом приборе заложен шаг регистрации сигнала 2 мкм. Это

означает, что фиксация каждой точки профиля осуществляется через каждые 2 мкм. С помощью профилометра получили набор значений расстояний между точкой, базовой линией и точкой профиля по её длине l . Эти значения можно представить в виде функции $y_i = y(x)$, где x — абсцисса профиля, отсчитываемая по базовой линии.

Далее находим среднюю линию профиля, которая согласно ISO 4287 представляет собой прямую, проведенную так, что в пределах базовой длины среднее квадратическое отклонение профиля до этой линии минимально.

Определение параметров шероховатости для нефильтрованного профиля. Параметры профиля подразделяются на три большие группы – P, R, W параметры. P-параметры, вычисляются для нефильтрованного профиля.

Наивысшая вершина P_p – расстояние от средней линии до высшей точки профиля:

$$P_p = \max(y(x)), x \in (0, L) \quad (2)$$

Глубочайшая впадина профиля P_v – Расстояние от низшей точки профиля до средней линии:

$$P_v = \min(y(x)), x \in (0, L) \quad (3)$$

Наибольшая высота неровностей профиля P_{\max} - расстояние между линией выступов профиля и линией впадин профиля:

$$P_{\max} = P_p + P_v \quad (4)$$

Среднее арифметическое отклонение профиля P_a , представляющее собой среднее арифметическое абсолютных значений отклонений профиля от базовой линии (по нормали к ней) в пределах базовой длины, т. е.

$$P_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx \quad \text{или приближенно} \quad P_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|, \quad (5)$$

где x — абсцисса профиля, отсчитываемая по базовой линии; $y(x)$ — функция, описывающая профиль;

y_i ($i = 1, 2, \dots, n$) — ординаты n учитываемых точек профиля в пределах базовой длины;

l — базовая длина.

Высота неровностей профиля по десяти точкам P_z , представляющая собой сумму средних арифметических абсолютных отклонений точек пяти наибольших минимумов и пяти наибольших максимумов в пределах базовой длины:

$$P_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vi}|}{5}, \quad (6)$$

где y_{pi} — высота i -го наибольшего выступа профиля;

y_{vi} — глубина i -й наибольшей впадины профиля.

Затем находили экстремумы функции $y_i = y(x)$, а точнее точки минимума.

Рассмотрим определение координаты точки минимума, соответственно и координаты впадины, на фрагменте профилограммы (рисунок 1).

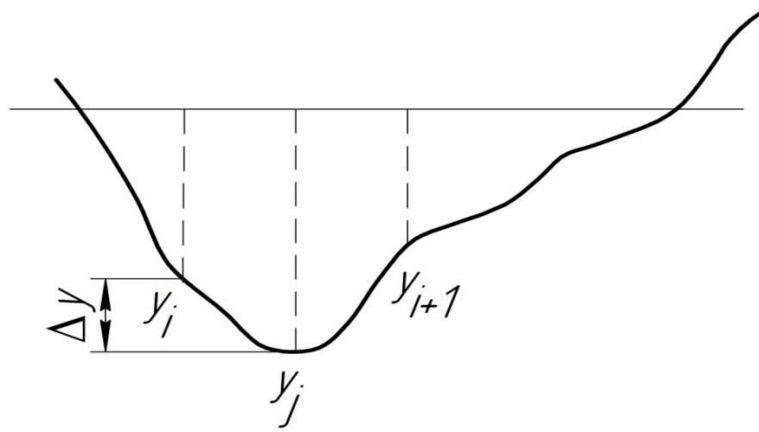


Рисунок 1

1-е условие: функция имеет минимум в точке y_j , если существует такая окрестность точки y_j , что для всех $y \neq y_j$, принадлежащих этой окрестности, имеет место неравенство $y > y_j$. Функция при прохождении через точку y_i убывает до точки y_j , а затем возрастает, т.е. $y_i > y_j$ и $y_{i+1} > y_j$, следовательно, точка y_j – точка минимума функции.

2-е условие: зависит от заданной чувствительности прибора.

В результате анализа программного обеспечения к прибору Сейтроник (Россия) и зарубежных производителей, установлено, что на данный параметр оказывает влияние чувствительность прибора (обозначим k , в %). Например, фирма Taylor Hopson при определении параметров задаёт уровень чувствительности 3%.

То есть если значение y_j отличается от значения y_i на заданную величину k - то фиксируется координата данной точки минимума. Иначе точка не фиксируется. Данное условие можно задать математической формулой:

$$\Delta y = \frac{y_i - y_j}{y_i} \geq k \quad (7)$$

Проверяя эти два условия, аналогично фиксируются координаты и всех остальных впадин профилограммы.

Знание закона распределения вершин абразивных зерен по высоте рабочей поверхности позволяет прогнозировать условия их взаимодействия с обрабатываемым материалом, определять величину внедрения абразивных зерен в обрабатываемый материал. Что в итоге позволит предсказать выходные параметры процесса шлифования – производительность и качество обработанной поверхности.

Для определения закона распределения вершин зерен по высоте необходимо исследуемый профиль шероховатости разбить на некоторое количество уровней n и определить, сколько вершин зерен попало в каждый из этих уровней, т.е. оставило след на рассматриваемом сечении профиля. За начало отсчета уровней примем среднюю линия профиля. Шаг профиля, который будем откладывать от этой линии в сторону вершин и впадин профиля, рассчитывается по формуле:

$$h = \frac{P_{max}}{n} \quad (8)$$

Полученный шаг откладывали до тех пор пока P_p и P_v не будут входить в последний уровень.

Рассмотрим распределение вершин по уровням на примере (рисунок 2): необходимо определить к какому уровню относится координата впадины y_i .

- 2) разработано программное обеспечение для автоматизации расчета числа вершин зерен и их распределения на ПВЭМ;
- 3) для оценки возможностей практического использования методики были проведены экспериментальные исследования процесса плоского врезного шлифования. В результате проверки гипотезы о нормальном законе распределения по критерию согласия Пирсона установлено, что для уровня значимости 0,05 распределение числа вершин зёрен, оставивших след на обработанной поверхности, в большинстве случаев подчиняется нормальному закону. Наглядное представление о числе зёрен и их распределении по высоте профиля шероховатости даёт график накопленной частоты.

ОТОПИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ КАБИНЫ ВОДИТЕЛЯ АВТОБУСА

А.П. Кулько, П. А. Кулько.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

Отопитель кабины водителя автобуса большого и особо большого классов является самым удаленным отопительным прибором от циркуляционных насосов системы охлаждения двигателя и автономного ПЖД. Поэтому при централизованной системе отопления, которая свойственна российским автобусам, отопитель кабины водителя, как правило, не достаточно снабжается теплоносителем из-за перетока большей части потока жидкости в отопители пассажирского салона и из-за образования воздушных пробок в отопителе рабочего места водителя.

Задачей проводимой НИОКР являются создание компактного отопительного устройства, повышающего эффективность обогрева кабины водителя автобуса. Технический результат заключается в повышении эффективности обогрева кабины за счет обеспечения более эффективной теплоотдачи блока радиаторов и в регулировке подачи нагретого воздуха на ветровое стекло и/или в нижнюю часть кабины.

Известна отопительная установка кабины водителя автобуса марки ЛиАЗ-5256 [1]. Недостатком данной отопительной установки является недостаточная теплоотдача радиатора отопителя для обогрева кабины и быстрой оттайки ветрового стекла. Для обеспечения передачи необходимого количества тепла под сиденьем водителя установлен дополнительный салонный отопитель, содержащий радиатор и два осевых вентилятора, что увеличивает затраты на изготовление и установку системы отопления кабины. Недостатком является и то, что подача всего потока нагретого воздуха или большей его части в зону ног водителя не возможна, так как отверстия выпускных патрубков для подачи воздуха на ветровое стекло не перекрываются заслонкой.

В качестве прототипа для разработки нового отопительного устройства принята конструкция фронтального отопителя ЗАО «Белробот» А2-21.243.252.314 для кабины водителя автобусов марки НефАЗ [2]. Причиной препятствующей достижению технического результата является недостаточная теплоотдача блока радиаторов, так как вентиляторный блок установлен перед блоком радиаторов и воздух, выходящий из полостей нагнетания вентиляторного блока, неравномерно обдувает теплообменные поверхности блока радиаторов. Другим недостатком данного технического решения является то, что в конструкции отопителя отсутствует механизм регулирования, обеспечивающий подачу всего объема нагретого воздуха или большей его части в нижнюю часть кабины, например, в зону рабочего места водителя и на обдув проема входной двери кабины.

Предлагаемое устройство отопления повышает эффективность обогрева салона транспортного средства с помощью следующих технических решений:

во-первых, применением в корпусе 1 (рис. 2) отопительного устройства блока из двух радиаторов 3 с отношением суммарной площади наружной поверхности

теплообмена одного радиатора, входящего в блок радиаторов к суммарной площади проходного сечения трубок остова радиатора, которое подчинено зависимости:

$$1500 \leq S/S_m \leq 1700, \quad (1)$$

где S – суммарная площадь наружной поверхности теплообмена одного радиатора, входящего в блок радиаторов, м^2 ; S_m – суммарная площадь проходного сечения трубок остова одного радиатора, м^2 .

Рекомендуемая суммарная площадь проходного сечения трубок S_m остова одного радиатора обеспечивает гидравлическое сопротивление, блока радиаторов от 10 до 15 кПа. При таком гидравлическом сопротивлении создается благоприятный гидравлический режим в контуре системы отопления для затекания потребного для отопления кабины потока жидкого теплоносителя (в условиях системы отопления автобуса требуется расход от 1,5 до 2 $\text{м}^3/\text{ч}$), при протекании которого в трубках блока радиаторов обеспечивается теплоотдача от 17 до 20 кВт за счет достаточной суммарной площади S наружной поверхности теплообмена радиатора, входящего в блок радиаторов. Благодаря создаваемому потоку жидкого теплоносителя исключается образование воздушных пробок в радиаторе.

Во-вторых, установкой в корпусе 1 вентиляторного блока 4 на выходе нагретого воздуха из блока радиаторов 3 (рис. 1,3). При установке вентиляторного блока 4 на всасывании нагретого воздуха из блока радиаторов 3 обеспечивается более высокая теплоотдача от теплообменных поверхностей блока радиаторов к воздуху, чем при установке вентиляторного блока перед блоком радиаторов. При вытягивании вентиляторным блоком 4 воздуха из блока радиаторов 3 его теплообменная поверхность более равномерно омывается воздушным потоком.

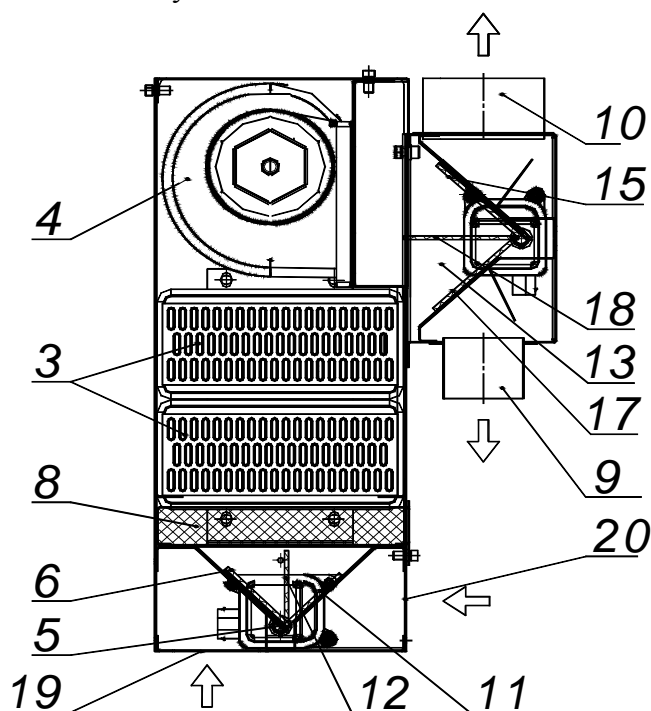


Рисунок 1 – Профильное сечение отопительного устройства для кабины водителя автобуса

В-третьих, наличием блока воздухораспределения 2 (рис.2), входная полость 13 которого соединена с полостями нагнетания 14 вентиляторного блока 4 (рис.3). Направление нагретого воздуха на ветровое стекло обеспечивается установкой заслонки блока воздухораспределения 2 в крайнем нижнем положении 17 (рис. 1) с перекрытием отверстий выпускных патрубков 9 подачи воздуха к ногам водителя и дефлекторам обдува бокового остекления входного проема салона (на рисунке не показаны), подача нагретого воздуха к ногам водителя и дефлекторам обдува бокового остекления входного проема

салона – установкой заслонки в крайнем верхнем положении 15 с перекрытием отверстий выпускных патрубков 10 подачи воздуха на ветровое стекло. Возможен режим одновременной подачи нагретого воздуха, как на ветровое стекло, так и к ногам водителя и дефлекторам обдува бокового остекления входного проема салона путем установки заслонки в промежуточное положение 18.

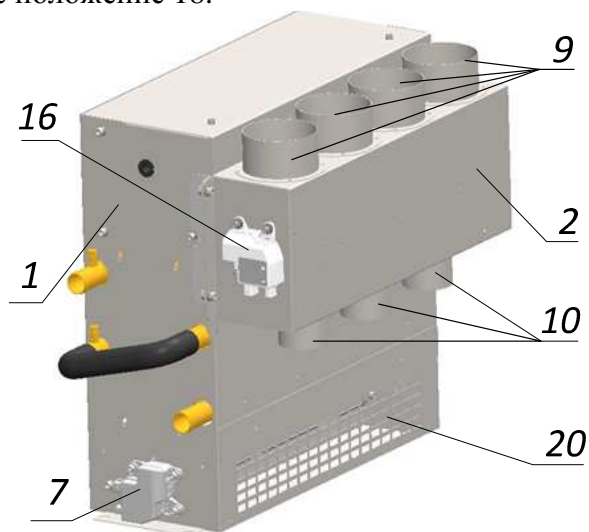


Рисунок 2 – Отопительное устройство в трехмерной проекции

Благодаря тому, что полости нагнетания 14 (рис. 3) вентиляторного блока 4 расположены горизонтально относительно оси вращения крыльчаток вентиляторного блока, поток воздуха в корпусе вентиляторного блока поворачивается из вертикального в горизонтальное направление и поступает в расположенный сбоку блок воздухораспределения, что обеспечивает компактность отопительного устройства.

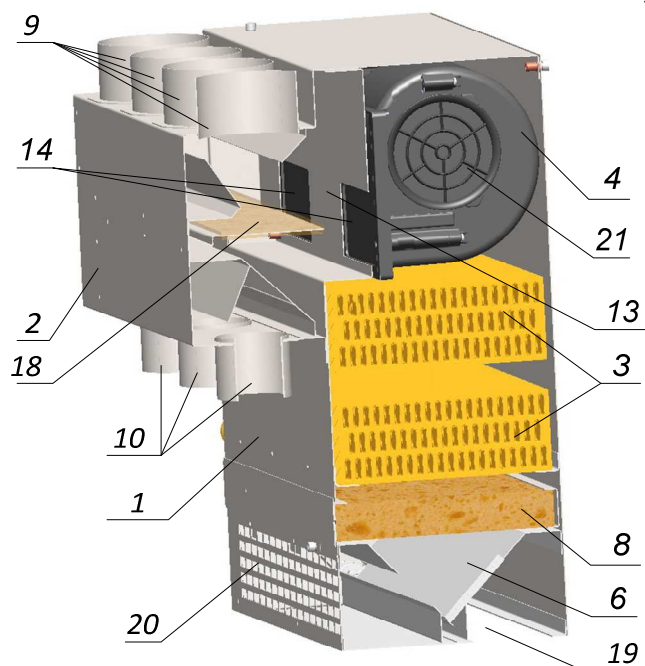


Рисунок 3 – Продольное сечение отопительного устройства в трехмерной проекции

Экспериментальные данные по испытанию заявляемого отопительного устройства на лабораторном стенде и в условиях кабины водителя автобуса доказывают его промышленную применимость.

Так, например, при испытании экспериментального образца заявляемого отопительного устройства гидравлическое сопротивление блока радиаторов, подключенных последовательно по ходу жидкого теплоносителя, составило 15 кПа при

расходе жидкого теплоносителя (антифриза) 2 м³/ч. Отопительное устройство во время испытаний в кабине водителя автобуса через 20 минут после начала движения поддерживает температуру воздуха 22 °С при температуре наружного воздуха минус 15 °С, при этом обеспечивает быструю оттайку ветрового стекла от замершего конденсата, равномерно делит поток нагретого воздуха на части при установке заслонки среднем положении 18 и подает поток на ветровое стекло и в нижнюю часть кабины.

Таким образом, предложенное отопительное устройство обеспечивает повышение эффективности обогрева салона и оттайки ветрового стекла транспортного средства за счет более высокой теплоотдачи от радиатора благодаря применению в отопительном устройстве блока из двух радиаторов 3 с отношением суммарной площади S наружной поверхности теплообмена одного радиатора, входящего в блок радиаторов к суммарной площади S_m проходного сечения трубок остова одного радиатора: $1500 \leq S/S_m \leq 1700$ и установки вентиляторного блока 4 на выходе нагретого воздуха из блока радиаторов 3. Наличие блока воздухораспределения 2 также позволяет повысить эффективности обогрева салона и оттайки ветрового стекла за счет оптимального распределения тепловых потоков в салоне.

Литература

1. Автобус ЛиАЗ-5256 и его модификации. Руководство по эксплуатации. М.: Атласы автомобилей, 2001. – с. 460-461.
2. Отопитель автомобильный мод. А2-21.243.252.314. Паспорт А2-01Н.000.000 ПС. [Электронный ресурс]: Отопитель автомобильный – Режим доступа: <http://www.trakbus.ru/ruk/otopitel.html>, свободный. Загл. с экрана.).

ВЛИЯНИЕ ЧИСЛА ЦИКЛОВ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СТАЛИ 35X

С.В. Семенов.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

Во время неоднократных нагревов и охлаждений в системе происходят процессы структурных и фазовых превращений, т. е. $\alpha \leftrightarrow \gamma$ переход, поэтому из-за разности их удельных объёмов развиваются внутренние процессы, аналогичные тем, которые наблюдаются при пластической деформации: повышается плотность дефектов кристаллического строения, в частности дислокаций, что оказывает влияние на комплекс механических свойств.

Из-за отсутствия выдержки при верхней температуре циклирования сохраняется фазовый наклёп аустенита, характеризующийся измельчением его зерна. Фазовый наклёп аустенита наследуется мартенситом при закалке в последнем цикле.

Целью данной работы являлось исследование влияния числа циклов на ударную вязкость и твердость стали 35X.

Эксперименты по термоциклической обработке стали 35X проводились в интервале температур $850 \leftrightarrow 250$ °С с непосредственной закалкой образцов после последнего цикла. Было проведено четыре эксперимента с числом циклов от двух до пяти и изотермическая закалка. Измерение твердости и определение ударной вязкости проводились после низкого отпуска при температуре 200⁰ С.

Результаты проведенных исследований представлены в табл. 1

Таблица 1

Число циклов	Твердость, HRC	Ударная вязкость, Дж/см ²
2	49	70
3	50	62
4	56	80
5	45	83
Изотермическая закалка	47	85

Из полученных результатов следует, что повышение твёрдости не всегда сопровождается уменьшением ударной вязкости. Во втором цикле значение твёрдости по сравнению с изотермической закалкой повысилось с 47 до 49 HRC, ударная вязкость уменьшилась от 85 до 70 Дж/см². После третьего цикла твёрдость незначительно увеличилась с 49 до 50 HRC, что привело к снижению ударной вязкости от 70 до 62 Дж/см² по сравнению со вторым циклом. Однако после четвёртого цикла произошло повышение ударной вязкости от 62 до 80 Дж/см² при повышении твёрдости от 50 до 56 HRC по сравнению с третьем циклом. После пятого цикла по сравнению с четвёртым циклом с уменьшением твёрдости от 56 до 45 HRC увеличилось значение ударной вязкости от 80 до 83 Дж/см².

Следовательно, при термоциклическом воздействии происходят изменения внутренних процессов формирования структуры, влияющих на формирование механических свойств стали.

ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ ПРОСПЕКТА ИМ. В.И. ЛЕНИНА Г. ВОЛЖСКОГО.

А.В. Попов, В.А. Кумсков.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

В данной работе рассматривается интенсивность движения проспекта Ленина в городе Волжский. Проспект Ленина — одна из центральных улиц и главная автомагистраль, проходит с северо-запада на юго-восток по всей длине города — от моста через Волжскую ГЭС до посёлка Metallurg. Проспект является самой длинной улицей в городе, его протяженность составляет 13 км, важной транспортной артерией города. По этой улице проходят многочисленные [автобусные маршруты](#), соединяющие различные районы города, а также ведущие в Волгоград, посёлок [Средняя Ахтуба](#) и другие населённые пункты в окрестностях города.

Одной из важнейших транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог является её пропускная способность, т. е. максимальное число автомобилей, которое без заторов может пройти через данный участок автомобильной дороги в течение определённого промежутка времени (например, за час). Величина пропускной способности в основном зависит от ширины и количества полос движения, радиусов закруглений и продольных уклонов, состава транспортного потока, скорости движения, погоды. Максимальная пропускная способность двухполосной автодороги шириной 7—7,5 м при благоприятных дорожных условиях (сухое покрытие, открытый незастроенный прямолинейный и горизонтальный участок без пересечений в одном уровне и т. д.) составляет около 2 тыс. легковых автомобилей в час или, примерно, 20 тыс. легковых автомобилей в сутки. Наличие грузового движения резко снижает пропускную способность и при 70—80% грузовых автомобилей в транспортном потоке пропускная способность двухполосной автодороги шириной 7—7,5 м составляет 8—9 тыс. автомобилей в сутки. Если фактическая интенсивность движения на автодороге превышает величину пропускной способности, образуются заторы и транспортно-эксплуатационные показатели автомобильной дороги резко снижаются. По результатам замеров, установлено, что проспект им. В.И. Ленина на участке от площади строителей до площади Свердлова отвечает требованиям пропускной способности. В период «часа пик» интенсивность движения составляет 2082 ед/ч. Результаты исследования интенсивности представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Данные для определения интенсивности

Время	Кол-во ТС				Приведенная интенсивность ед/ч
	грузовые	легковые	автобусы	автобусы (Газель)	
17 ⁰⁰ -17 ¹⁵	2	257	9	96	436,5
17 ¹⁵ -17 ³⁰	5	292	19	109	532
17 ³⁰ -17 ⁴⁵	2	294	13	116	517,5
17 ⁴⁵ -18 ⁰⁰	10	316	16	136	596
Итого в час	19	1159	57	457	2082

Приведенная интенсивность:

$$N = k_1 \cdot N_{\text{легк}} + k_2 \cdot N_{\text{груз}} + k_3 \cdot N_{\text{автоб}} + k_4 \cdot N_{\text{авт(газ)}} \quad (1)$$

где: k - коэффициент приведения;

$k_1=1; k_2=2; k_3=3,5; k_4=1,5.$

Автомобильные дороги как транспортные сооружения работают при постоянном воздействии природно-климатических факторов и движения транспортных средств. Наиболее значительно изменяются транспортно-эксплуатационные качества дорог по сезонам года.

В городе Волжский климат засушливый, с резко выраженной континентальностью, что губительно влияет на дороги. Поскольку проспект Ленина является центральной улицей города, качество дороги удовлетворительно.

Улицы и дороги — сложные инженерные сооружения, состоящие из отдельных конструктивных элементов: проезжей части, тротуаров, полос зеленых насаждений, сети дождевой канализации. Городские дороги должны удовлетворять ряду требований, главными из которых являются удобство и безопасность движения транспорта и пешеходов. Они должны быть по возможности прямыми с хорошей видимостью в плане и продольном профиле.

Проспект Ленина хорошо озеленён, имеются сети дождевой канализации, также есть пешеходные переходы.

Ширина проезжей части и тротуаров должна соответствовать размерам транспортного и пешеходного движения. Дорожная одежда должна обладать необходимой прочностью, ровностью, шероховатостью. С проезжей части дорог и тротуаров должен быть обеспечен хороший водоотвод. Улица должна быть озеленена и хорошо освещена. Проезжую часть городских дорог ограждают бортовыми камнями, предохраняющими транспорт от съезда на тротуар или в газонную часть. Поэтому бортовые камни должны выступать над проезжей частью не менее чем на 15 см. В современных условиях большое значение приобретает организация стоянок автомобильного транспорта у крупных жилых и общественных зданий, вокзалов, стадионов, парков и т. д.

На этом участке дороги есть бортовые камни, также имеются места для стоянок возле ДК ВГС. Участок от ДК ВГС до площади Строителей не оборудован местами для стоянок, нет автобусных остановок и нет светофоров, данный участок является наиболее опасным, ввиду наличия на крайних полосах стоящего транспорта, что затрудняет движение и обзор. Особенно опасный участок – пешеходный переход в самом начале участка, после выезда с кольца пл. Строителей.

Знаки и светофоры размещают таким образом, чтобы они воспринимались только участниками движения, для которых они предназначены, и не были закрыты какими-либо препятствиями (рекламой, зелеными насаждениями, опорами наружного освещения и т.п.), обеспечивали удобство эксплуатации и уменьшали вероятность их повреждения.

На участках дорог, где разметка, определяющая режим движения, трудно различима (снег, грязь и т.п.) или не может быть своевременно восстановлена, устанавливают соответствующие по значению знаки.

Расстояние видимости знака должно быть не менее 100 м.

Знаки устанавливают справа от проезжей части или над нею, вне обочины (при ее наличии), за исключением случаев, оговоренных настоящим стандартом, а также справа от велосипедной или пешеходной дорожки или над ними.

На протяжении одной дороги высота установки знаков должна быть по возможности одинаковой.

На протяжении всего участка знаки и светофоры установлены примерно на одном уровне.

Разметка дорог устанавливает режимы, порядок движения, является средством визуального ориентирования водителей и может применяться как самостоятельно, так и в сочетании с другими техническими средствами организации дорожного движения.

В зимнее время из-за снега разметка на дороге не различима.

Светофоры применяют для регулирования очередности пропуска транспортных средств и пешеходов, а также для обозначения опасных участков дорог.

При установке транспортных светофоров должна быть обеспечена видимость их сигналов с расстояния не менее 100 м с любой полосы движения, на которую распространяется их действие. Если данное условие выполнить невозможно, устанавливают знак «Светофорное регулирование».

Сигналы дополнительной секции светофоров должны распознаваться на расстоянии не менее 50 м.

По результатам обследования, можно сделать следующие рекомендации:

1. Перенести пешеходный переход от кольца на 50-100 метров.
2. В месте нынешнего перехода установить ограждение, с целью недопущения выхода пешеходов на проезжую часть.
3. Установить знаки остановка запрещена в обоих направлениях, на всём участке.
4. Построить парковочные карманы для автомобилей.



Рисунок 1 – Схема рассматриваемого участка проспекта им. В.И. Ленина

Литература

1. 1.ГОСТ 50597-1993 «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения».
2. 2.ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств».
3. 3.Попов А.В. Оценка безопасности дорожного движения на улицах города Волжского/А.В. Попов, А.С. Горбушко, А.А. Захаров, М.В. Даньков// Материалы I международной научно-практической конференции «Технические науки – основа современной инновационной системы». – Часть 2/Научно-издательский центр «Коллоквиум» г.Йошкар-Ола/. – 2012. – С.92-94

ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ УЛ. ИМ. КИРОВА Г. ВОЛЖСКОГО.

А.В. Попов, В.В. Михеев.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

С появлением автомобильного транспорта появилась необходимость в обеспечении его транспортными артериями коими и являются дороги, а как известно в нашей стране дороги это одна из не маловажных проблем в сфере автомобильного транспорта. По этому существует необходимость анализа транспортно-эксплуатационных характеристик дорог, так как в настоящее время количество автомобильного транспорта продолжает неуклонно расти вверх. И тут встаёт вопрос о том, смогут ли дороги обеспечивать все необходимые параметры для нормального движения автомобильного транспорта. Поэтому было проведено исследование улицы Кирова города Волжского. Улица Кирова связывает между собой улицу им. Ф.Г. Логинова, которая является частью основной транзитной транспортной магистралью города, с улицей им. А.С. Пушкина. Протяжённость улицы 2000 м, по ней проходят некоторые маршруты автобусов и маршрутных такси, также по дороге осуществляют своё движение большегрузные автомобили, что негативно сказывается на транспортно-эксплуатационных качествах.



Рисунок 1 – Схема улицы им. Кирова

Одной из важнейших транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог является её пропускная способность, т.е. число транспортных средств, которое без заторов может пройти через данный участок автомобильной дороги в течение определённого промежутка времени. Величина пропускной способности в основном зависит от ширины и количества полос движения, радиусов закруглений и продольных уклонов, состава транспортного потока, скорости движения, погоды. Был проведён подсчёт интенсивность движения до и после перекрёстка улицы Кирова (в прямом и обратном направлении) с улицей Коммунистической (Таблицы 1-4).

Таблица 1 - Данные для определения интенсивности в обратном направлении до перекрёстка с улицей Коммунистической.

Время	Кол-во Транспортных средств				Приведённая интенсивность
	Грузовые	Легковые	Автобусы	Автобусы газель	
17:00-17:15	7	144	2	13	192
17:15 -17:30	10	118	1	13	172
17:30-17:45	9	93	3	15	153
17:45-18:00	8	92	1	12	138
Итого в час	34	447	7	53	655

Таблица 2 - Данные для определения интенсивности в прямом направлении до перекрёстка с улицей Коммунистической

Время	Кол-во Транспортных средств				Приведённая интенсивность
	Грузовые	Легковые	Автобусы	Автобусы (газель)	
17:00-17:15	1	70	0	3	78
17:15 -17:30	4	52	2	3	75
17:30-17:45	5	64	4	1	92
17:45-18:00	2	57	0	2	66
Итого в час	12	243	6	9	311

Таблица 3 - Данные для определения интенсивности в обратном направлении после перекрёстка с улицей Коммунистической

Время	Кол-во Транспортных средств				Приведённая интенсивность
	Грузовые	Легковые	Автобусы	Автобусы (газель)	
17:00-17:15	13	138	4	15	213
17:15 -17:30	13	145	3	16	219
17:30-17:45	12	124	0	14	183
17:45-18:00	11	94	2	8	146
Итого в час	49	501	9	53	760

Таблица 4 - Данные для определения интенсивности в прямом направлении после перекрёстка с улицей Коммунистической

Время	Кол-во Транспортных средств				Приведённая интенсивность
	Грузовые	Легковые	Автобусы	Автобусы (газель)	
17:00-17:15	0	20	0	1	22
17:15 -17:30	2	33	0	1	41
17:30-17:45	2	21	0	0	27
17:45-18:00	0	27	0	1	29
Итого в час	4	101	0	3	118

Приведенная интенсивность:

$$N = k_1 \cdot N_{\text{легк}} + k_2 \cdot N_{\text{груз}} + k_3 \cdot N_{\text{автоб}} + k_4 \cdot N_{\text{авт(газ)}} \quad (1)$$

где: k - коэффициент приведения;

k₁=1- легковые автомобили;

k₂=2- грузовые автомобили;

k₃=3,5- автобусы;

k₄=1,5- автобусы (газель);

В ходе исследований было выявлено что светофор находящийся напротив ГУ [«Отделение Управления Социальной Защиты Населения Администрации Волгоградской области»](#) препятствует свободному движению автомобильного транспорта, так как он практически не используется пешеходами. Также замечено, что в обратном направлении по улице Кирова, перед перекрёстком с улицей Коммунистической, припаркованный вблизи транспорт мешает автомобилям, совершающим поворот направо, тем самым создавая аварийные ситуации. Кроме того значительные затруднения создают маршрутные такси, останавливающиеся прямо после перекрёстка на пешеходном переходе.

По результатам обследования, можно сделать следующие рекомендации:

1. Светофор напротив ГУ [«Отделение Управления Социальной Защиты Населения Администрации Волгоградской области»](#) сделать по требованию.
2. Перед перекрёстком улицы Кирова с улицей Коммунистической в обратном направлении установить знак запрещающий остановку и стоянку транспортных средств.

Литература

- 1.ГОСТ 50597-1993 «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения».
- 2.ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств».
- 3.Попов А.В. Оценка безопасности дорожного движения на улицах города Волжского/А.В. Попов, А.С. Горбушко, А.А. Захаров, М.В. Даньков// Материалы I международной научно-практической конференции «Технические науки – основа современной инновационной системы». – Часть 2/Научно-издательский центр «Коллоквиум» г.Йошкар-Ола/. – 2012. – С.92-94

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОШИВНОЙ ОПРАВКИ

В. М. Суязов, Т. С. Тарасова.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

В ходе процесса изготовления труб круглую заготовку, нагретую до заранее определенной температуры, подают в прошивной стан и прошивают центральную часть круглой заготовки, что позволяет получить полую трубную заготовку называемую «полой гильзой».

Полоую гильзу, в том виде, как есть, или после увеличения диаметра и уменьшения толщины стенки, подают в следующий прокатный стан, выполняющий удлинение. Полученную трубу пропускают через редуцирующий стан, правильный стан, калибровочный стан для выравнивания, регулирования формы и калибровки, что приводит к получению бесшовной стальной трубы как окончательного изделия.

Для прошивки в качестве прошивного инструмента используют оправку в форме пули. Оправку устанавливают на переднем конце стержня и используют для прошивки заготовки, нагретой до температуры, составляющей приблизительно 1200 °С.

В результате прошивки оправка подвергается воздействию высоких температур и высоких контактных давлений.

Для защиты на поверхности оправки создают оксидную пленку. Для этого оправку изготовленную из инструментальной стали, подвергают термической обработке при температуре, составляющей от 900 °С до 1000 °С.

Оксидная пленка на поверхности оправки защищает оправку от теплоты, поступающей от заготовки, и, в то же время, служит для предотвращения захвата оправки заготовкой.

Прошивная оправка многократно используется в прошивном стане при изготовлении бесшовных стальных труб.

В последние годы имеет место тенденция к заметному увеличению спроса на бесшовные стальные трубы используемые в жестких условиях. Для использования в жестких условиях необходимы бесшовные стальные трубы, изготовленные из разновидностей высоколегированной стали. как нержавеющая сталь, сталь с легированием на основе *Ni* или высокохромистая сталь с содержанием *Cr* 9 % или выше.

В этом случае необходимо прошивать заготовку, имеющую высокое сопротивление деформации, что приводит к истиранию и отслаиванию оксидной пленки на оправке через нескольких проходов прошивки.

Если оксидная пленка на оправке стерлась или отслоилась (рисунок 1), эффект защиты от нагрева снижается и температура основного металла оправки возрастает, в результате чего оправка может повреждаться из-за связанного с нагревом износа.

Если прошивку продолжают, используя оправки с поврежденной оксидной пленкой, то при непосредственном контакте между основным металлом оправки и поверхностью заготовки может возникать схватывание, являющееся аварийной ситуацией. Одновременно на внутренней поверхности полой гильзы будут образовываться трещины, что приводит к ухудшению качества готового изделия.

Для восстановления и повторного использования оправки, необходимо вновь создать оксидную пленку, применив термическую обработку, что требует длительного времени.

В связи с ремонтом оправки, необходимо поддерживать запас из большого числа оправок, чтобы даже при частой замене оправок не могла возникнуть их нехватка, что позволит избежать снижения эффективности работы прошивного прокатного стана.

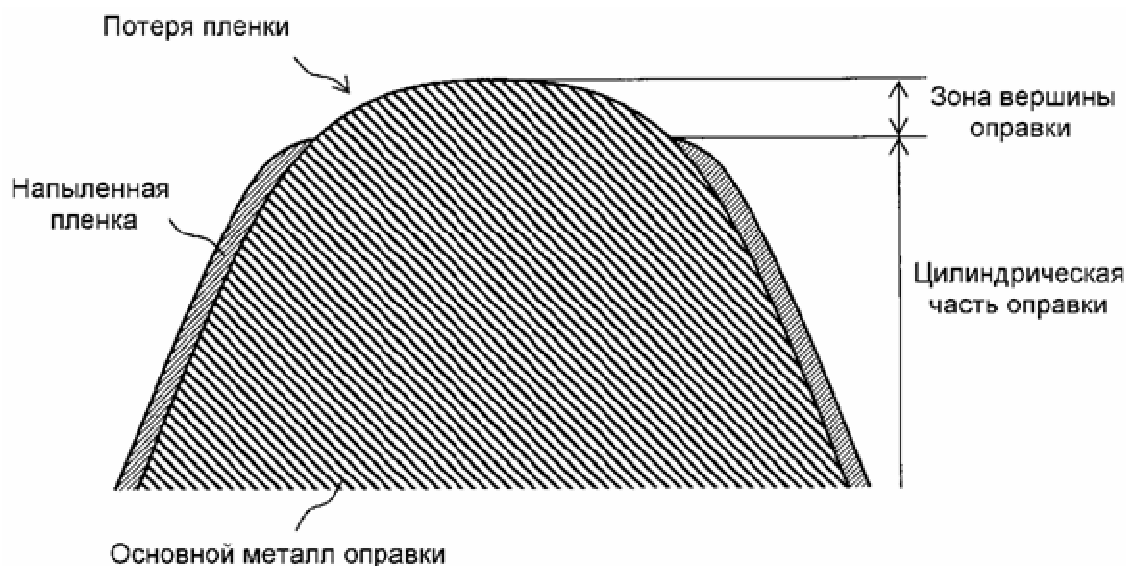


Рисунок 1 – Прошивная оправка

Принимая во внимание такую ситуацию, проведены исследования способов защиты поверхности оправки с целью продления срока службы оправки и уменьшения, числа оправок, которые должны храниться в подготовленном виде.

Продление срока службы оправки возможно различными способами.

При увеличении стойкости основного металла оправки к высоким температурам за счет снижения содержания *Cr* и добавления *Mo*, *W*, с оксидной пленкой, которую создают на поверхности оправки и закрепляют на этой поверхности. Способ требует длительного периода термической обработки для восстановления оксидной пленки.

Применением оправки, прочность которой при высоких температурах увеличена за счет частичной замены оксидной пленки (окарины) на ее поверхности керамическим материалом, таким как *SiC*, *Al₂O₃*, *ZrO₂* или *Si₃N₄*. Данная оправка подвержена повреждению из-за ударного воздействия при проведении прошивки. Оправка, в состав которой входит керамика, очень дорога и ее трудно восстанавливать.

Выполнением прошивки оправкой, пленку, на поверхности которой создают при помощи плазменного напыления [2] порошка из оксида *Fe*, что требует при подготовке и восстановлении оправки наличия устройства для плазменного напыления порошков, имеющего большие размеры, и, следовательно, требует значительных затрат.

Прошивной оправкой, предназначенной для ее повторного использования в прошивном стане, применяемом при производстве бесшовных стальных труб, с защитной пленкой, состоящей из оксидов *Fe₃O₄* и *FeO*, а также *Fe* (металла) [1].

Предпочтительной из всех рассмотренных способов является прошивная оправка с защитной пленкой, состоящей из оксидов *Fe₃O₄* и *FeO*, а также *Fe* (металла). Перед нанесением покрытия, поверхность оправки подвергают дробеструйной обработке для удаления пленки с оправки, использованной при прошивке, после чего при помощи электродугового напыления с использованием железной проволоки создают пленку, состоящую из оксидов и *Fe*.

В данном способе пленку создают только в зоне вершины оправки, выполненной в форме пули. На цилиндрической поверхности пленка не изнашивается.

В оправке доля областей, занимаемых в пленке оксидами составляет 55-80 %.

При этом, доля областей, занимаемых в пленке оксидами, на стороне поверхностного слоя 55-80 %, а на стороне основного металла не более 40 % (рисунок 2).

Толщина пленки в зоне вершины выполняется больше толщины пленки в цилиндрической части оправки. На поверхность пленки наносится смазка. Железная проволока содержит W .

Пленка, созданная на поверхности прошивной оправки, состоящая из оксидов и Fe обладает высокими свойствами защиты от нагрева и предотвращения схватывания, имеет увеличенный срок службы. Оправку можно подготавливать и восстанавливать при низких затратах.

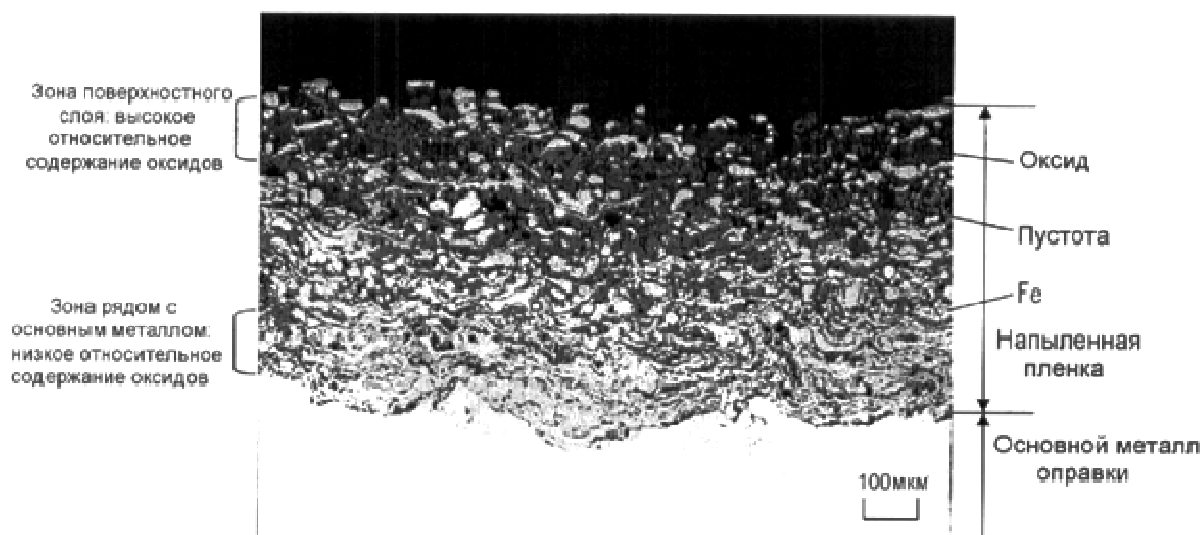


Рисунок 2 – Микроструктура в поперечном сечении для пленки на поверхности оправки, полученной путем электродугового напыления

Таким образом, предлагаемая оправка с защитной пленкой, состоящей из оксидов Fe_3O_4 и FeO , а также Fe , использованная при прошивке, может быть восстановлена в короткий период времени для повторного использования в процессе прошивки; поэтому, даже если количество оправок является небольшим, можно обеспечить на удовлетворительном уровне эффективность работы прошивного прокатного стана. При этом электродуговое напыление можно выполнять в устройстве, имеющем простую конструкцию, с использованием недорогой проволоки в качестве материала для напыления и, таким образом, это напыление можно выполнять при низких затратах.

Литература

1. Прошивная и прокатная оправка, способ восстановления этой прошивной и прокатной оправки и технологическая линия для восстановления этой прошивной и прокатной оправки: пат. № 2446024 / Хидака Ясуйоси (JP), Симодо Казухидо (JP) и др.
2. Молодых Н. В., Зенин А. С. Восстановление деталей машин. Справочник – М.: Машиностроение, 1989. – 480 с.: ил.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАСПИСАНИЯ ДВИЖЕНИЯ АВТОБУСОВ НА РЕГУЛЯРНЫХ МАРШРУТАХ

Г.А. Чернова, М.В. Великанова, В.Н. Мошта студ. гр. ВА3-696.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

Увеличение автомобильного парка в городах и повышение интенсивности дорожного движения привели к уменьшению скоростей движения, возникновению задержек на транспортных узлах, ухудшению условий движения, росту аварийности на улично-дорожной сети. Все это привело к скоплению автобусов на остановочных пунктах, автобусы останавливаются в два, а то и в три ряда. В результате возникла необходимость в определении факторов, влияющих на безопасную остановку автобусов и разработки алгоритма подхода автобусов на исследуемый остановочный пункт с учётом этих факторов.

Для оценки влияния увеличения количества общественного транспорта на безопасный режим работы остановочных пунктов разработана программа средствами языка Visual Basic™ программы Microsoft Excel™, которая входит в состав офисного пакета Microsoft Office™.

Технологией организации движения общественного транспорта предусматривается соблюдение расписания движения автобусов не только на начальных остановочных пунктах, но и на промежуточных остановках. Отклонение от расписания выхода автобусов городских маршрутов с начального остановочного пункта должно составлять ± 2 минуты.

Программа позволяет учесть отклонение от расписания выхода автобусов с начального остановочного пункта; учесть влияние контролируемых факторов: количество перекрёстков на участке, количество пешеходных переходов на участке, количество светофоров на участке на соблюдение расписания; определить количество автобусов, одновременно находящихся на остановочном пункте в исследуемый период и разработана для оценки работы остановочного пункта «Рынок Валентина» в прямом направлении на участке улицы Мира от улицы 87-я Гвардейская до улицы Александрова. Начальным остановочным пунктом является «37 микрорайон». В программе также учитывается входящий поток автобусов, выходящих из остановочных пунктов «37 микрорайон», расположенных по улице Дружбы и «27 микрорайон».

Входными данными для программы являются:

выбор буднего или выходного дня: будний день;

выбор времени суток: период времени с 8 часов до 8 часов 30 минут;

техническая скорость конкретного вида автобуса по результатам хронометража скоростей;

время обслуживания: маршрутные такси — 20 с., автобусы — 29 с.;

время выхода автобуса из начального остановочного пункта «37 микрорайон»: по расписанию и фактическое;

количество перекрёстков на участке;

количество пешеходных переходов на участке;

количество светофоров на участке.

Целью работы является формирование матрицы подхода автобусов к исследуемым остановочным пунктам и последующая оценка загруженности остановочного пункта на основании выходных данных с соблюдением расписания.

Для составления матрицы подхода автобусов к исследуемым остановочным пунктам вначале формируется матрица выхода автобусов с начальных остановочных пунктов «37 микрорайон» и «27 микрорайон». В таблице 1 представлен пример матрицы выхода автобусов.

Таблица 1- Матрица выхода автобусов с начального пункта «37 микрорайон».

№ маршрута	Госуд. номер	Время выхода	
		По расписанию	Фактическое
24т	а532не	8:00:00	8:00:00
14ат	е328ок	8:00:00	8:00:00
24ат	ам613	8:00:00	8:00:00
6т	к473ас	8:00:00	8:01:00
16т	р027ек	8:00:00	8:00:00
14т	м411ео	8:00:00	8:00:00
30Ав	м210ка	8:00:00	8:00:00
14ат	р297км	8:03:00	8:00:00
24ат	р226ее	8:03:00	8:02:00
16т	р418ст	8:03:00	8:03:00
6т		8:03:00	
24т		8:03:00	
14т		8:03:00	
105ат		8:03:00	
14Ав	р451тн	8:06:00	8:06:00
14ат	к847ту	8:06:00	8:07:00

Для учета отклонения времени выхода автобусов с начального остановочного пункта от заявленного в расписаниях, программа позволяет формировать графики выхода автобусов из исследуемых начальных остановочных пунктов. При составлении графиков используются следующие входные данные: время выхода автобуса, заявленное в расписании; фактическое время выхода автобуса по результатам исследования; государственный номера автобуса; номер маршрута.

Составлены графики выходов автобусов из начальных остановочных пунктов «37 микрорайон» по улице Мира, «37 микрорайон» по улице Пушкина, «27 микрорайон» по улице Карбышева в интервале времени с 8-00 до 8-30 часов. Период времени принят 30 минут с целью проверки программы и последующей её корректировки. Для удобства составлены отдельные графики, отображающие выход автобусов из соответствующих остановочных пунктов в интервалах времени, равному 10 минутам. Пример графика представлен на рисунке 1.

Соответствие выхода автобусов по расписанию и фактического приведено в таблицах 2, 3, 4. Исследования показали, что не соблюдается плановый выход по расписанию автобусов «ГАЗель», принадлежащих частным перевозчикам из-за отсутствия контроля со стороны заказчика перевозок не только на выходе автобусов, а также и на маршруте. Для автобусов МУП ВАК-1732 соблюдение расписания является обязательным и контролируется диспетчерской службой. Кроме того, линейным диспетчером МУП ВАК-1732 осуществляется постоянный контроль времени прохождения автобусов промежуточных остановочных пунктов.

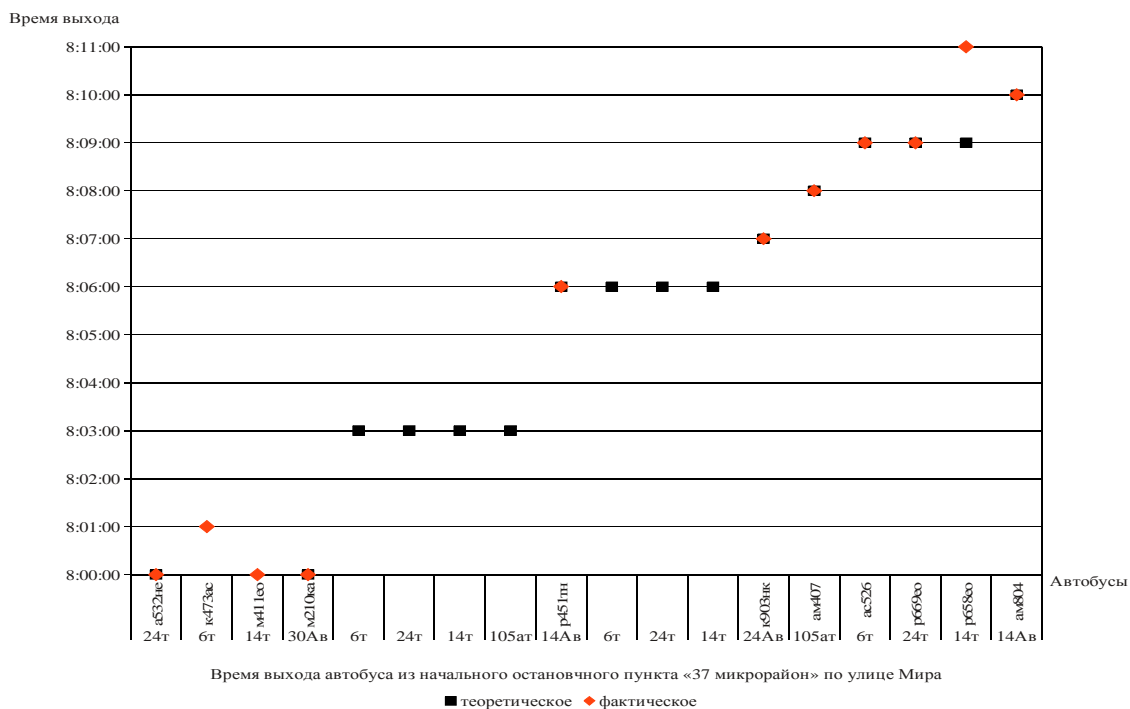


Рисунок 1. График выхода автобусов из начального остановочного пункта «37 микрорайон» по улице Мира с 8-00 до 8-10.

Таблица 2 – Остановочный пункт «37 микрорайон» по улице Мира

Время	Плановый выход по расписанию, ед.		Соответствие расписанию, ед.		Не вышли на линию, ед.		Отклонение от расписания, ед.	
	МУП	М.т.	МУП	М.т.	МУП	М.т.	МУП	М.т.
8 ⁰⁰ -8 ¹⁰	16		4	7	-	6	-	1
8 ¹⁰ -8 ²⁰	17		5	7	2	3	-	-
8 ²⁰ -8 ³⁰	20		4	9	2	5	-	1

Таблица 3 – Остановочный пункт «37 микрорайон» по улице Пушкина

Время	Плановый выход по расписанию, ед.		Соответствие расписанию, ед.		Не вышли на линию		Отклонение от расписания	
	МУП	М.т.	МУП	М.т.	МУП	М.т.	МУП	М.т.
8 ⁰⁰ -8 ¹⁰	-	9	-	7	-	2	-	1
8 ¹⁰ -8 ²⁰	-	9	-	7	-	2	-	-
8 ²⁰ -8 ³⁰	-	9	-	10	-	-	-	1

Таблица 4 – Остановочный пункт «27 микрорайон» по улице Карбышева

Время	Плановый выход по расписанию, ед.		Соответствие расписанию, ед.		Не вышли на линию		Отклонение от расписания	
	МУП	М.т.	МУП	М.т.	МУП	М.т.	МУП	М.т.
8 ⁰⁰ -8 ¹⁰	-	19	-	17	-	2	-	4
8 ¹⁰ -8 ²⁰	-	15	-	10	-	5	-	3
8 ²⁰ -8 ³⁰	-	16	-	15	-	1	-	1

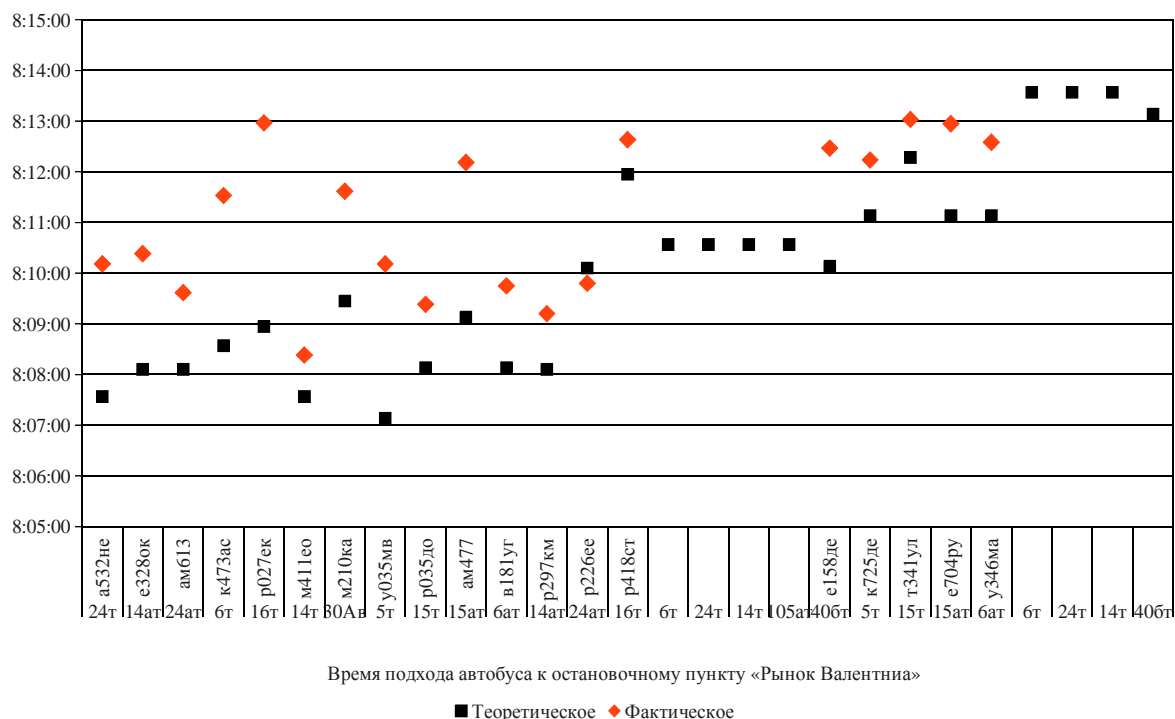


Рисунок 2. График подхода автобусов к остановочному пункту «Рынок Валентина» в интервале времени с 8-05 до 8-15.

Для составления совмещенной матрицы подхода автобусов к остановочному пункту «Рынок Валентина» и оценки степени загруженности остановочного пункта в программу вводились значения технической скорости автобусов, матрицы выхода автобусов из начальных остановочных пунктов «37 микрорайон» и «27 микрорайон». На основании расчётных данных, полученных при формировании матрицы совмещенного подхода автобусов к остановочному пункту «Рынок Валентина» строятся графики, с помощью которых становится возможным вести учет отклонения фактического и расчетного времени прибытия каждого автобуса, рисунок 2.

Таблица 5 – Остановочный пункт «Рынок Валентина»

Время	Плановый выход автобусов по расписанию, ед.	Прибытие в соответствии с расписанием, ед.		Не вышли на линию, ед.		Прибытие с отклонением в расписании, ед.	
		МУП	М.т.	МУП	М.т.	МУП	М.т.
8 ⁰⁵ -8 ¹⁵	27	1	18	-	8	-	1
8 ¹⁵ -8 ²⁷	44	5	36	-	3	-	5
8 ²⁵ -8 ³⁵	46	7	36	-	3	1	3
8 ³⁵ -8 ⁴⁵	21	2	17	1	2	-	-

Разработанная программа позволяет определить не только отклонение выхода конкретного автобуса от расписания с начального остановочного пункта, но и подход автобуса к исследуемому остановочному пункту. Конечной целью программы является составление объединённого расписания выхода муниципальных и частных автобусов с начальных остановочных пунктов и обеспечение безопасной остановки автобусов на промежуточных остановочных пунктах.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МАРШРУТНОЙ СЕТИ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В Г. ВОЛЖСКОМ

Г.А. Чернова, М.В. Великанова, С.А. Шевяков студ. гр. ВТС-531.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

Транспортная система г. Волжского начала видоизменяться с 1998 года в связи с осуществлением перевозок пассажиров на маршрутных такси. До 2001 года действовали только 2 городских маршрута частных перевозчиков № 6 и № 24 с общим числом автобусов «ГАЗель» 60 ед. На пригородных маршрутах перевозка пассажиров частными перевозчиками начала осуществляться с 2001 года. Стремительное развитие этого рынка перевозок пассажиров частными автобусами привело к увеличению на городских дорогах большого количества маршрутов, зачастую повторяющих маршруты МУП ВАК-1732, к увеличению числа дорожно-транспортных происшествий и ухудшению экологической обстановки из-за выброса токсичных веществ от выхлопных газов автобусов.

Поэтому актуальным остаётся вопрос о сохранении общественного транспорта с автобусами большой и особо большой вместимости, как это проводится в большинстве стран мира. Кроме того, проблема неконтролируемого и нерегулируемого внедрения на рынок пассажирских перевозок перевозчиков на маршрутных такси не должна оставаться бесконтрольной со стороны администрации города – заказчика перевозок пассажиров – населения города.

Для оценки состояния городской маршрутной сети общественного пассажирского транспорта, состоящего из муниципальных и частных автобусов и определения характеристик городской маршрутной сети, составлена топологическая схема города с разбивкой по зонам и перечень маршрутов. Для этого авторами проведена определённая работа по сбору информации за продолжительный период о количестве маршрутов, времени введения маршрутов, о длинах и направлениях маршрутов, распределении маршрутов на городской улично-дорожной сети.

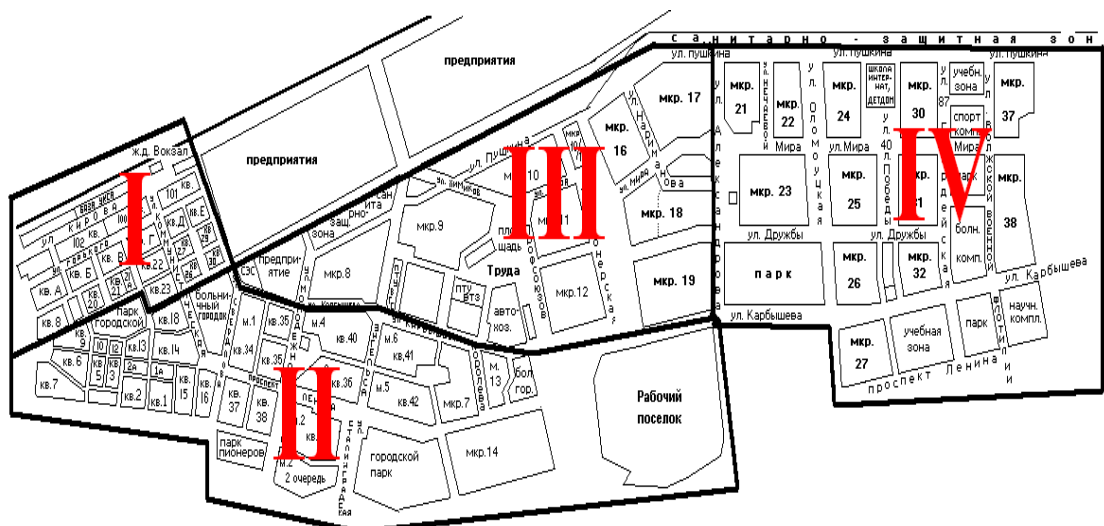


Рисунок 1. Распределение территории г. Волжского по зонам.

Необходимым информационным средством при организации перевозок пассажиров является зонирование территории города. Для определения показателей маршрутной сети и обеспеченности жителей города общественным транспортом произведено деление города на 4 компактные образования (зоны). На рис. 1 представлены зоны города Волжского.

I зона расположена в районе железнодорожного вокзала г. Волжского. Здесь расположены железнодорожный вокзал, автобусная станция, на улице Кирова располагаются частные предприятия, здание соцзащиты. В районе улицы Свердлова расположен хлебокомбинат, молочный комбинат, БТИ и др. II зона проходит по границе городского парка ДК ВГС, улице Карбышева, Рабочему посёлку, Набережной. В этой зоне расположены больницы города, 2 дворца культуры, стадион, большинство крупных магазинов, 2 рынка, церковь, институты, гостиница. Это культурно-развлекательный центр города. III зона представляет собой спальный район с обслуживающими организациями и магазинами, рынком, церковью, Волжским политехническим институтом, Комбинатом благоустройства, пассажирской автоколонной МУП ВАК-1732. Граница проходит по улицам Пушкина, Александрова, Карбышева. IV зона представляет собой также спальный район с обслуживающими организациями и магазинами, рынком, церковью, Волжским гуманитарным институтом. Граница зоны проходит по улицам Пушкина, Александрова, проспекту Ленина с включением новых микрорайонов до границы со Средней Ахтубой.

Количество маршрутов с 1998 года представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Численность маршрутов в г. Волжском

Маршрут	Годы						
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Городской	41	44	46	67	82	95	93
Пригородный	19	19	19	32	39	44	44
Маршрут	Годы						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Городской	96	102	101	100	100	109	106
Пригородный	44	47	47	48	49	54	53

Все частные городские и пригородные маршруты дублируют основные маршруты муниципальных автобусов.

В таблице 2 представлены длины всех улиц и длины улиц, по которым проходят маршруты в I, II, III и IV зонах города и площадь зон.

Таблица 2 - Длины улиц в зонах

№ п/п	Наименование	Зона			
		I	II	III	IV
1	Площадь зоны, км ²	2,134	4,666	5,64	7,854
2	Суммарная длина улиц, м	12780	27249	25125	31960
3	Длина улиц, по которым проходят маршруты, м	7005	14055	18005	28685
4	Отношение длин улиц, по которым проходят маршруты ко всей длине дорожной сети, %	54,81	51,58	71,7	89,8

На рисунках 2, 3 и 4 представлены изменения коэффициентов показателей маршрутной сети в первой зоне города Волжского с 1998 по 2011 годы.

По отдельным участкам дорожной сети города или зоны может проходить несколько маршрутов, поэтому для характеристики разветвленности маршрутной сети принят показатель – коэффициент маршрутной совмещённости K_m , который определяется отношением суммарной протяженности всех маршрутов $\sum L_m$, к общей протяженности дорог $\sum L_0$, по которым проходят маршруты:

$$K_M = \frac{\sum L_M}{\sum L_D}, \text{ км/км} \quad (1)$$

где $\sum L_M$ - суммарная протяженность всех маршрутов в данной зоне, км.;
 $\sum L_D$ - общая протяженность дорог в обследуемой зоне, км.

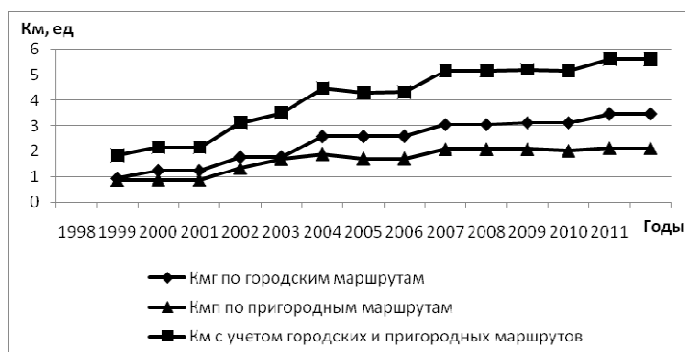


Рисунок 2. Коэффициенты маршрутной совмещённости K_M в I зоне по годам.

Чем меньше величина K_M , тем большая территория города обслуживается транспортом. Численные значения маршрутного коэффициента не могут быть меньше единицы. Согласно СНиП-02.07.01.89, при слабо развитых сетях $K_M = 1,2 - 1,4$ км/км, а при достаточно густой сети – $2 - 4$ км/км и более.

Значение коэффициента $K_{Mг}$ по городским маршрутам (рис. 2) в I зоне за период с 1998 по 2011 годы составляют от 0,95 до 3,47 км/км. Увеличение с 2003 года $K_{Mг}$ до значения 2,59 км/км - вызвано введением новых маршрутов частных перевозчиков по улице Кирова. С 2006 года значение показателя в 2011 году равно $K_{Mг} = 3,47$ км/км. $K_{Mп}$ по пригородным маршрутам в I зоне за период с 1998 по 2011 годы составляют от 0,879 до 2,13 км/км.

Коэффициент маршрутной совмещённости K_M с учётом городских и пригородных маршрутов, проходящих в I зоне составлял в 1998 году 1,84 км/км, в 2011 году 5,6. Это указывает на достаточно густую маршрутную сеть в I зоне. Таким образом, можно сделать вывод, что за 14 лет значение коэффициента маршрутной совмещённости выросло в первой зоне более чем в 3 раза.

Показателем, характеризующим обслуживаемость территории маршрутным транспортом, является плотность маршрутной сети K_n . Этот показатель определяется отношением суммарной протяженности всех улиц и дорог в зоне или городе, по которым проходят маршруты $\sum L_{Dм}$, к общей площади зоны или города:

$$K_n = \frac{\sum L_{Dм}}{F}, \text{ км/км}^2 \quad (2)$$

где $\sum L_{Dм}$ - суммарная протяженность всех улиц и дорог зоны или города, по которым проходят маршруты, км; F - общая площадь зоны или города, км².



Рисунок 3. Коэффициенты плотности маршрутной сети в I зоне по годам.

Чем выше плотность маршрутной сети, тем меньше времени затрачивает население на подход к необходимому маршруту. По данным НИИАТ, плотность маршрутной сети в больших городах должна находиться в пределах 2...2,5 км/км², что обеспечивает кратчайшее расстояние подхода к остановочным пунктам пассажирского транспорта и минимальные затраты времени (8 – 10 минут) на эту цель.

Площадь I зоны с 1998 года по 2011 год не изменилась и составляет 2,134 км². В период с 1998 года по 2000 годы протяжённость всех улиц и дорог в I зоне, по которым проходили городские и пригородные маршруты не изменялась.

До 2001 года перевозка пассажиров по городским маршрутам осуществлялась по улицам Коммунистической и Свердлова муниципальными автобусами. С 2001 года $K_{nз}$ увеличился с 1,98 до 3,38 км/км² (рис. 3) за счёт организации перевозок пассажиров частными перевозчиками на автобусах ГАЗель по городским маршрутам №№ 1т, 5т, 5ат, 11т, 16т по улицам Кирова, Горького. Коэффициент плотности маршрутной сети K_{mn} по пригородным маршрутам составляет 1,04 км/км². Все маршруты проходят по улице Коммунистической. Маршрут 145т, открытый в 2006 году «г. Волжский-г.Волгоград» закрыт в 2009 году. Он проходил по ул. Кирова, поэтому в дальнейших расчётах показателей маршрутной сети I зоны не учитывался. Коэффициент плотности маршрутной сети K_n с учётом городских и пригородных маршрутов с 1998 по 2000 годы равнялся 2,64 км/км², с 2001 по 2011 годы – 3,28 км/км², что объясняется введением новых маршрутов по другим улицам: Кирова, Горького.

Увеличение данного коэффициента до значения 3,28 км/км² свидетельствует об очень густой плотности транспортной сети в I зоне. Коэффициент плотности транспортной сети с 1998 года по 2011 год, т.е. за 14 лет увеличился в 1,24 раза.

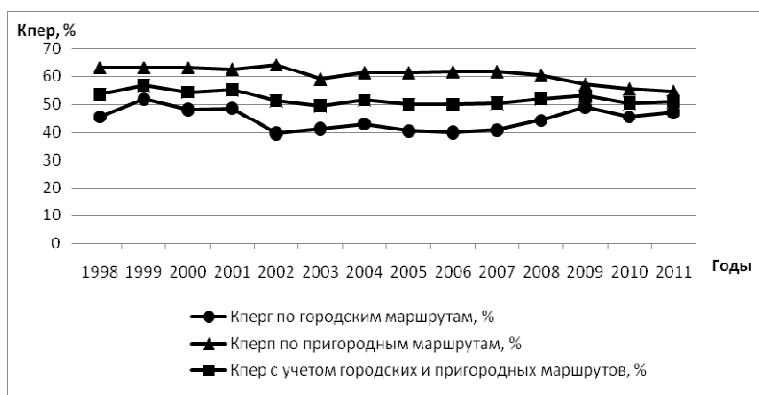


Рисунок 4. Коэффициенты перекрытия маршрутов $K_{пер}$ в I зоне по годам.

Коэффициент перекрытия $K_{пер}$ на участках улично-дорожной сети определяет в % отношении число маршрутов в зоне к общему числу маршрутов в городе. То есть этим показателем определяется обеспечение население города общественным транспортом по каждой определённой зоне города.

Коэффициент перекрытия $K_{пер}$ по городским маршрутам в I зоне составляет от 39 до 52%, по пригородным маршрутам от 54,72 до 64,1% (рис. 4). Показатели маршрутной сети I зоны с учётом городских и пригородных маршрутов составляет от 49,47 до 56,82%. Это значит, что более 50% всех городских и пригородных маршрутов связывает ЖДВ с другими зонами города Волжского и с городами Волгоградской области.

Исследовательская работа позволяет ставить вопрос перед заказчиком перевозок о разгрузке от транспорта центральных улиц города. Одним из вариантов решения проблемы является перераспределение пригородных маршрутов, выходящих с ЖДВ и организация автовокзала для пригородных и междугородных маршрутов в новой части

города в связи со строительством моста через Волгу. То есть провести и новой частей города. Это позволит уменьшить число пригородных автобусов, проходящих по проспекту Ленина.

ОСОБЕННОСТИ КИНЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КАРДАННОЙ ПЕРЕДАЧИ АВТОБУСА «ВОЛЖАНИН-3290»

Г.А. Чернова, Т.А. Сторчилова, А.Г. Голубев ВТС-531.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

На автобусе «Волжанин-3290» устанавливается карданная передача типа Dana-Spicer серии 1550 с двумя валами и промежуточной опорой.

Из теории механизмов и машин для одиночного шарнира I справедливо соотношение (если ось ведущей вилки расположена в плоскости осей валов шарнира):

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \beta \cdot \cos \gamma_1 \quad (1)$$

В результате преобразований формулы (1) получаем зависимость между угловой скоростью ведомого вала КПП и угловой скоростью ведомого вала карданной передачи:

$$\frac{\omega_e}{\omega_A} = \frac{\cos \gamma_1}{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha \cdot \cos^2 \gamma_1} \quad (2)$$

Из формулы (2) видно, что угловая скорость карданного вала ω_B зависит от угла γ_1 между ведущим и ведомым валами, а также от угла поворота α ведущего вала (ведомого вала КПП). Значение угла поворота α изменяется от 0° до 360° .

Особенностью карданной передачи автобуса «Волжанин-3290» является расположение валов под углом по отношению друг к другу и к валу КПП, как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях (табл. 1).

Таблица 1 – Сводная таблица углов наклона валов карданной передачи автобуса «Волжанин-3290»

Искомый параметр	Формула	Результат				Рекомендуемые значения
		Углы в горизонтальной плоскости		Углы в вертикальной плоскости		
Абсолютные углы γ_B γ_Γ	$\gamma_n = \gamma_n - \gamma_{n-1}$	$\gamma_{1\Gamma}$	$0,0^\circ$	γ_{1B}	$6,0^\circ$	
		$\gamma_{2\Gamma}$	$2,8^\circ$	γ_{2B}	$2,5^\circ$	
		$\gamma_{3\Gamma}$	$4,1^\circ$	γ_{3B}	$3,5^\circ$	
		$\gamma_{4\Gamma}$	$0,0^\circ$	γ_{4B}	$6,0^\circ$	
Результрующий угол γ	$\gamma_p = \sqrt{\gamma_\Gamma^2 + \gamma_B^2}$	γ_1	$6,0^\circ$			В норме
		γ_2	$3,75^\circ$			В норме
		γ_3	$5,39^\circ$			В норме
		γ_4	$6,0^\circ$			В норме
Угл. скорость на вторичном валу КПП, ω_a	$\omega_A = \frac{\pi \cdot n_M}{30 \cdot i_I}$	31,62 об/мин				

Используя формулу (2) составлены графики изменения угловых скоростей ведомого вала КПП, который является ведущим для карданной передачи и угловых скоростей двух валов карданной передачи. На графиках по оси ординат даны значения угловых скоростей в радианах (1/с), по оси абсцис даны углы поворота вала от 0° до 180° .

Рекомендуемые значения углов наклона валов карданной передачи согласно требованиям международного стандарта не более $6...8^\circ$.

На рисунках 1- 3 представлены графики изменения угловых скоростей вала КПП и валов карданной передачи с углом их наклона в горизонтальной плоскости. Угловая

скорость ведомого вала КПП не зависит от угла поворота и остается постоянной и равной 31,62 1/с (рис. 1).

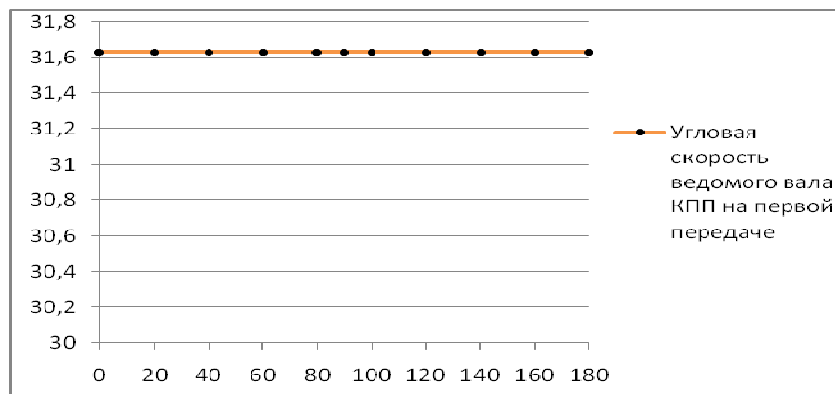


Рисунок 1 – График зависимости угловой скорости вала КПП от угла поворота

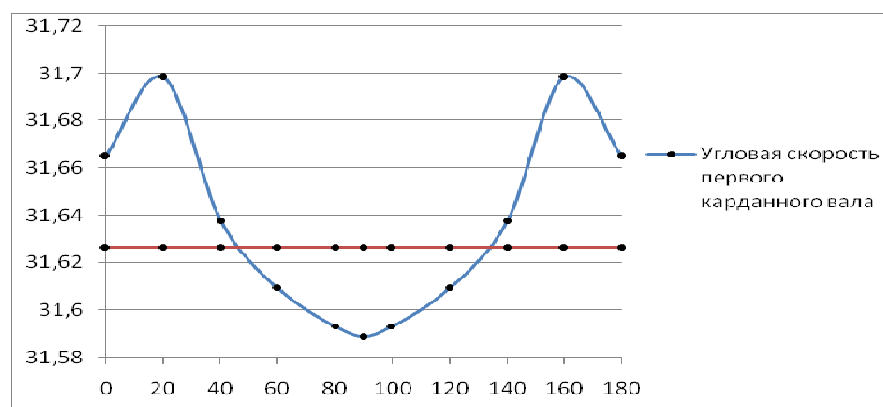


Рисунок 2. График зависимости угловых скоростей ведомого вала КПП и первого вала карданной передачи

Первый вал карданной передачи наклонен к валу КПП под углом $2,8^\circ$ в горизонтальной плоскости (рис. 2). Максимальное значение угловой скорости $\omega_{Г1}=31,609$ 1/с достигает при повороте вала на 20° и минимальное при 90° $\omega_{Г1}=31,589$ 1/с.

На рисунке 3 показан график зависимости угловых скоростей первого и второго валов карданной передачи при угле наклона между ними в горизонтальной плоскости $4,1^\circ$. Максимальное значение угловой скорости $\omega_{Г2}=31,803$ 1/с достигает при повороте вала на 20° и минимальное при 90° $\omega_{Г2}=31,508$ 1/с.

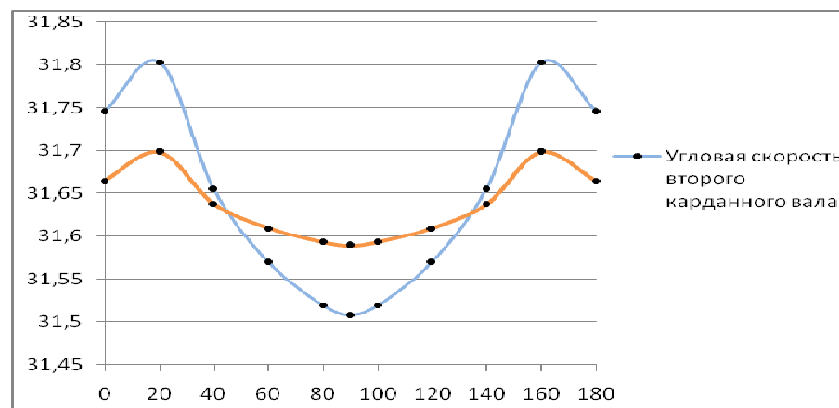


Рисунок 3. График зависимости угловых скоростей первого и второго валов карданной передачи

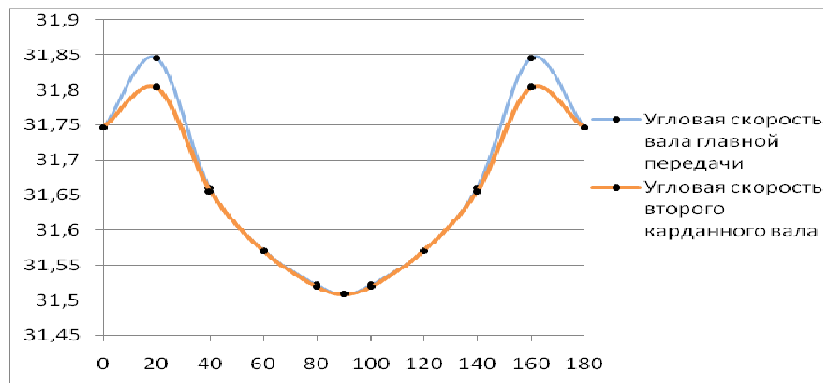


Рисунок 4. График зависимости угловых скоростей второго вала карданной передачи и вала главной передачи

На рисунке 4 представлен график зависимости угловых скоростей второго вала карданной передачи и вала главной передачи. Угол между ними составляет 0° . Максимальное значение угловой скорости $\omega_{Г2}=31,845$ 1/с достигает при повороте вала на 20° и минимальное при 90° $\omega_{Г2}=31,508$ 1/с.

На рисунках 5-8 представлены графики изменения угловых скоростей вала КПП и валов карданной передачи с углом их наклона в вертикальной плоскости.

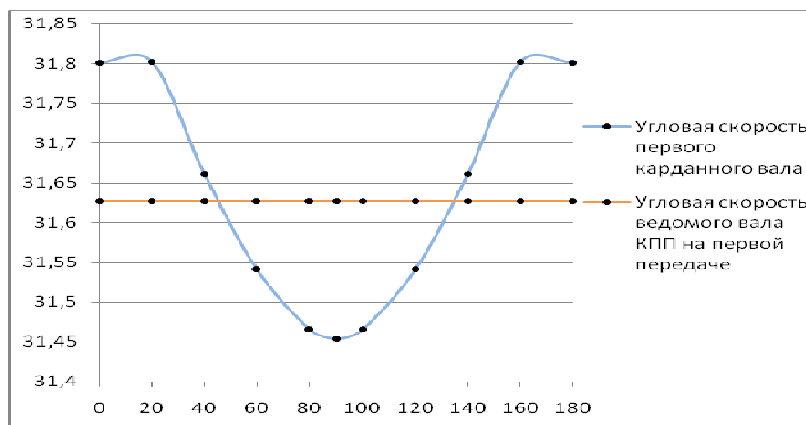


Рисунок 5. График зависимости угловых скоростей первого вала карданной передачи и ведомого вала КПП

Угловая скорость ведомого вала КПП не зависит от угла поворота и остается постоянной (рис. 5). В вертикальной плоскости первый вал карданной передачи наклонен на угол 6° .

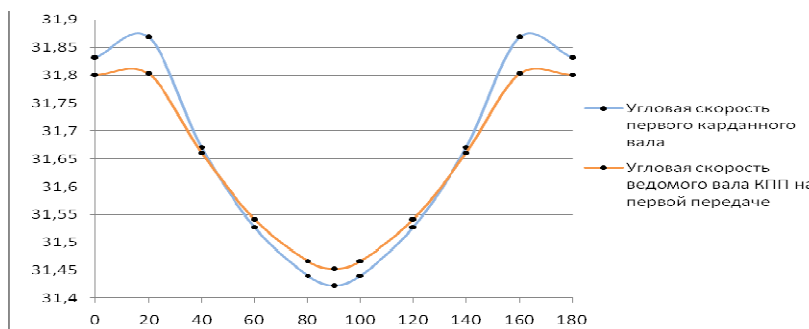


Рисунок 6. График зависимости угловых скоростей ведомого вала КПП и первого вала карданной передачи

Первый вал карданной передачи наклонен к валу КПП под углом $2,5^\circ$ в вертикальной плоскости. Максимальное значение угловой скорости $\omega_{B1}=31,868$ 1/с достигает при повороте вала на 20° и минимальное при 90° $\omega_{B1}=31,424$ 1/с (рис. 6).

На рисунке 7 показан график зависимости угловых скоростей первого и второго валов карданной передачи при угле наклона между ними в вертикальной плоскости $3,5^\circ$. Максимальное значение угловой скорости $\omega_{B2}=31,956$ 1/с достигает при повороте вала на 20° и минимальное при 90° $\omega_{B2}=31,364$ 1/с.

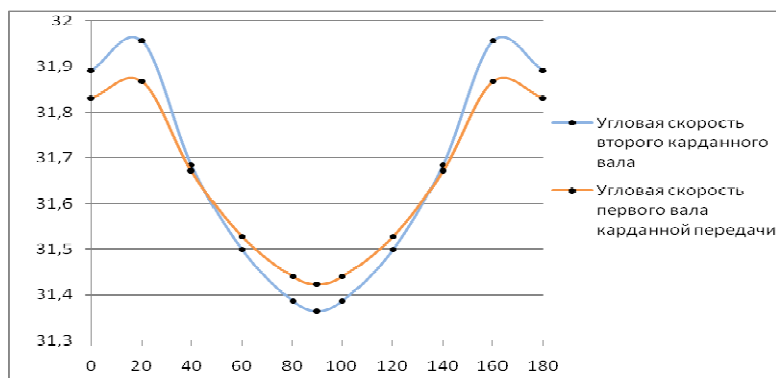


Рисунок 7 – График зависимости угловых скоростей первого и второго валов карданной передачи

На рисунке 8 представлен график зависимости угловых скоростей второго вала карданной передачи и вала главной передачи. Угол между ними составляет в вертикальной плоскости $6,0^\circ$. Максимальное значение угловой скорости $\omega_{B3}=31,719$ 1/с достигает при повороте вала на 20° и минимальное при 90° $\omega_{B3}=31,192$ 1/с.

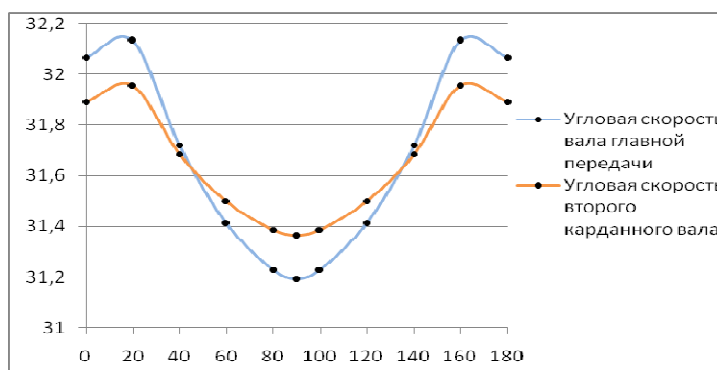


Рисунок 8 – График зависимости угловых скоростей второго вала карданной передачи и вала главной передачи

Выводы: отсутствие методик по кинематическому расчёту карданных передач с расположением валов под углом по отношению друг к другу и к валу КПП как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях требует разработки таких методик, которые бы позволили произвести кинематический анализ и оценку работоспособности с учётом вибраций.

Исследовательская работа позволила расчетным путем показать, что в применяемой карданной передаче невозможно получить такие же значения угловых скоростей как на выходном валу КПП.

УЧЕТ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ ОКРУЖНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ВКЛАДЫШЕЙ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ДИЗЕЛЕЙ ПРИ СБОРКЕ ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА.

Санинский В. А., Платонова Ю. Н.

Волжский политехнический институт (филиал)

Волгоградского государственного технического университета, www.volpi.ru

При затяжке вкладышей коренных подшипников в постелях коренных опор картера дизеля действует сила T (рис.1) [1, 2]. Она создает тем большую полную окружную деформацию h_n в подшипниках, чем больше окружные деформации его вкладышей h (без кольцевой выточки внутри) и h' (с кольцевой проточкой). При затяжке вкладышей в приспособлении, имитирующем постель картера 8ЧВН15/16, получены результаты влияния действительных величин выступания вкладышей над разъемом постели на толщину вкладышей и зазоры в подшипнике скольжения.

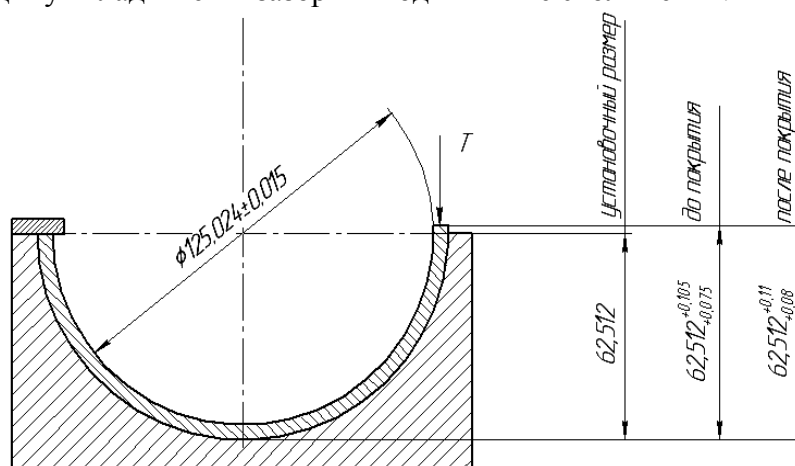


Рисунок 1 - Схема нагрузки и погрешности измерения вкладыша

Эти результаты соответствуют величинам их окружной деформации, которые можно вычислить по формуле 1:

$$h = \frac{DT}{2E_{осн} F_{пр} f} (1 - e^{-\pi f}), \quad (1)$$

где D - диаметр вкладыша дизеля 8ЧВН15/16, T - сила, действующая на стык $T=11768\text{H}$;

$E_{осн}$ - модуль упругости первого рода материала основы вкладыша (сталь 20);

$F_{пр}$ - площадь поперечного сечения вкладыша, определяемая по формуле 2;

$$F_{пр} = F_{осн} \frac{E_{спл}}{E_{осн}} F_{спл}, \quad (2)$$

где $F_{осн}$ и $F_{спл}$ - площади поперечных сечений основы вкладыша и антифрикционного сплава;

$$F = S_3 d, \quad (3)$$

где S_3 - толщина антифрикционного сплава $S_3=0,0025\text{мм}$; d – ширина вкладыша $d = 41\text{мм}$;

$$F_{осн} = S \cdot d, \quad (4)$$

где S – толщина вкладыша;

$E_{спл}$ - модули упругости первого рода антифрикционного сплава

$$E_{спл} = 0.18 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2;$$

f - коэффициент трения между поверхностями их постели в картере. контакта вкладышей и $f=0,4$ (сталь, чугун); При наличии кольцевой выточки в постели величину полной окружной деформации h' определяют по формуле 5:

$$h' = \frac{DT}{2E_{осн} F_{np} f} \left[\pi \left(1 - \frac{b'_{np}}{b_{np}}\right) + \frac{b'_{np}}{fb_{np}} (1 - e^{-\pi f}) \right], \quad (5)$$

где $T, D, F_{np}, E_{осн}, E_{спл}, f$ – останутся такими же, как и для вкладыша без выточки; b'_{np} – приведённая ширина вкладыша, определяемая по формуле 6;

$$b_{np} = \frac{F_{осн} + \frac{F_{спл} E_{спл}}{E_{осн}}}{t_{np}}, \quad (6)$$

где t_{np} - приведенная толщина вкладыша;

где $t_{осн}, t_{спл}$ –толщина основы вкладыша и антифрикционного слоя

$$t_{осн} = S; \quad t_{спл} = S_3;$$

b'_{np} – приведенная ширина вкладыша за вычетом ширины выточки, определяемая по формуле 7:

$$b'_{np} = b_{np} - b_e, \quad (7)$$

где $b_e = 8\text{мм}$ - ширина кольцевой выточки в верхнем вкладыше. Расчет изменения диаметра можно выполнить управления базами данных Microsoft Access (СУБД Microsoft Access). СУБД Microsoft Access позволяет создать базу данных и, используя запросы для этой базы, получать результирующие таблицы.

Диаметр постели приспособления соответствует размеру наибольшего предельного размера постели картера, поэтому приведенный расчет определяет минимум возможной деформации вкладышей, имеющих предельные размеры длин при их сборке с такой постелью.

Полная окружная деформация h_n , состоящая из деформации h верхнего и h' нижнего вкладышей, определяется как сумма их окружных деформаций по формуле 8:

$$h_n = h + h'. \quad (8)$$

В зависимости действительных размеров вкладышей возможна максимальная или минимальная полная окружная деформация вкладыша в постели приспособления $h_{n\max}, h_{n\min}$ (формулы 9,10):

$$h_{n\max} = h_{\max} + h_{\max e} = -0.14174 + 0.04647 = -0.09527 = |0.09527|_{\text{мм}}, \quad (9)$$

$$h_{n\min} = h_{\min} + h_{\max e} = -0.14124 + 0.04631 = -0.09493 = |0.09493|_{\text{мм}} \quad (10)$$

где $h_{(\max)}$ – максимальная окружная деформация верхнего и нижнего вкладышей соответственно, выбирается из результирующих таблиц и соответствует действительным отклонениям длин полуокружностей вкладышей, наиболее приближенным к наибольшим предельным размерам.

$h_{(\min)}$ - минимальная окружная деформация верхнего и нижнего вкладышей соответственно, выбирается из результирующих таблиц и соответствует действительным отклонениям длин полуокружностей вкладышей, наиболее приближенным к наименьшим предельным размерам.

$$\Delta D_{\max} = \frac{h_{\pi\max}}{\pi} = \frac{0.09527}{3.14159} = 0.03033 \text{ (мм)}, \quad (11)$$

$$\Delta D_{\min} = \frac{h_{\pi\min}}{\pi} = \frac{0.09493}{3.14159} = 0.03002 \text{ (мм)}. \quad (12)$$

Данный результат получен при допущении, что вся окружная деформация вкладыша равномерно распределилась по его длине и перешла в изменение его толщины $t \approx 0,015\text{мм}$.

В свою очередь, изменение толщины вкладышей от сил затяжки крышек подшипников оказывает влияние на изменение диаметрального зазора в подшипниках и, при отсутствии методики такого учета, может вносить значительные погрешности в расчетные величины минимальных и максимальных функциональных зазоров [3], коэффициентов запаса на износ, запаса точности и равномерности зазоров в соосных парах трения [4].

При сборке вкладышей подшипников с регулярным периодическим профилем (РПП) такой учет также возможен по среднему диаметру РПП [4].

РПП, например, трапецеидальной формы может быть выполнен с крупным и мелким шагом (рис. 2а) и треугольной (рис. 2.б). Мелкий шаг назначается для тонкостенных вкладышей, при длине, соответствующей длине подшипника.

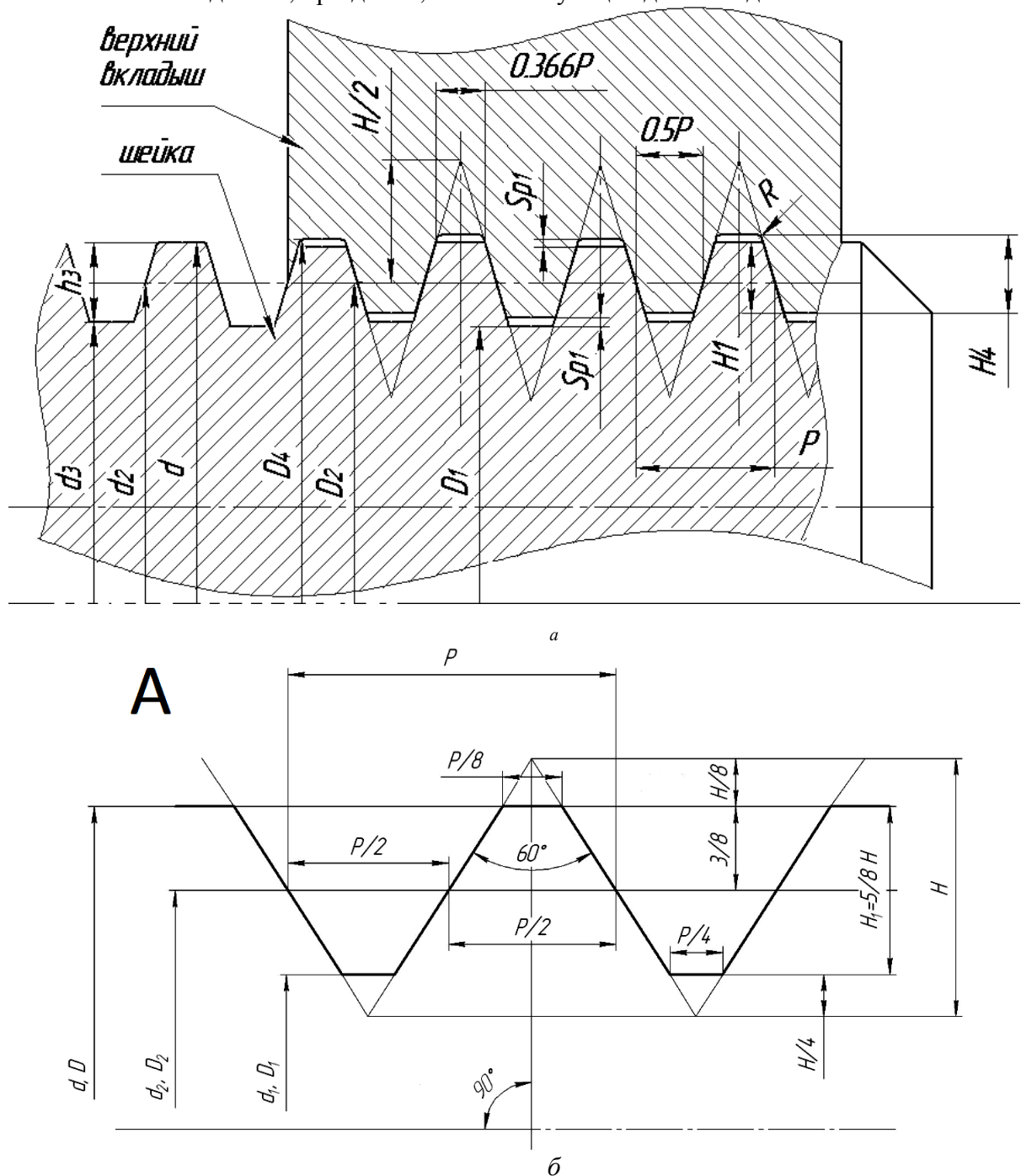


Рисунок 2 - Схема геометрических параметров макрорельефов: а – вид РПП трапецеидальной формы, содержащей сборный подшипник и шейку вала; б – профили контактирующих поверхностей РПП треугольной формы, H – высота исходного треугольника, $H = 0,866P$, $H_1 = 0,541P$; $3/8H = 0,325P$; $H/8 = 0,108P$; $H/4 = 0,216P$

Основные размеры регулярного профиля по ГОСТ 24705. Расчетные значения диаметров резьбы (при угле наклона резьбы 0 градусов) (d_1 , d_2 , d_3) могут быть определены по формулам ГОСТ 24705.

Основные параметры – общие для наружной поверхности шейки вала и внутренней поверхности сборного подшипника: номинальный наружный диаметр d (D) (указывается в условном обозначении резьбы), номинальный внутренний диаметр d_1 (D_1), номинальный средний диаметр d_2 (D_2), шаг резьбы $P=0$, угол профиля $\alpha = 60^\circ$, высота исходного треугольника витка H ; рабочая высота витка H_1 . Форма впадины у наружной резьбы может радиусной (по диаметру d_3). Добавляется требование к радиусу скругления вершин и впадин $r=0.3 H$. Во втором случае профиль более прочный.

Вывод. При прогнозировании работоспособности коренных и шатунных подшипников скольжения дизелей необходимо в методиках расчета учитывать уменьшение функциональных минимальных и максимальных функциональных зазоров сил затяжки крышек подшипников и на его основе корректировать результаты прогнозирования моторесурса дизеля в целом.

Литература

- 1 **Тузов, Л. В.** Расчетные определения упругих характеристик подшипников скольжения / Л. В. Тузов, Ю. Т. Скориков, И. М. Чириков // Двигателестроение. – 1987. – № 9. – С. 16 – 17.
- 2 **Денисов, В. С.** Методика расчетно-экспериментального определения коэффициента трения поверхностей контакта вкладышей и постели подшипников коленчатого вала ДВС / В. С. Денисов // Двигателестроение. – 1987. – № 9. – С. 14 – 16.
- 3 **Санинский В. А.** Повышение эксплуатационных характеристик многоопорных подшипниковых узлов размерной механической обработкой идентифицированной компьютерной сборкой: автореф. дис. д-ра техн. наук / В. А. Санинский; ДГТУ. – Ростов-на-Дону, 2007. – 39 с.
- 4 Прогрессивные машиностроительные технологии: монография / А.Н. Афонин, (...), Ю.Н. Платонова, Л.А. Рыбак, В.А. Санинский, Е.В. Смоленцев, Н.А. Сторчак, (...), Ю.Л. Чигиринский. - М. : ИД "Спектр", 2012. - Т. I. - 333 с.