

УДК 629.113-233.2-55

**РЕГУЛИРОВКА ПРЕДНАТЯГА ПОДШИПНИКОВ ПРИ ИХ ДУПЛЕКСАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕФОРМИРУЕМЫХ РАСПОРНЫХ ВТУЛОК.**

Анастасия Сергеевна Самойлова, Иван Андреевич Брежнев

*Студенты 2 курса, специалитет,  
кафедра «Технологии и оборудование машиностроения»  
ФГБОУ ВО «Московский Политехнический Университет»**Научный руководитель: И.А. Булавин,  
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии и оборудование  
машиностроения»*

В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований, направленный на определение взаимосвязи силы и деформации в деформируемых распорных втулках в зависимости от параметров деформируемого участка, монтажной высоты и их твердости. Для эксперимента были выбраны в заранее аттестованная распорная втулка легкового автомобиля (рисунок 1).

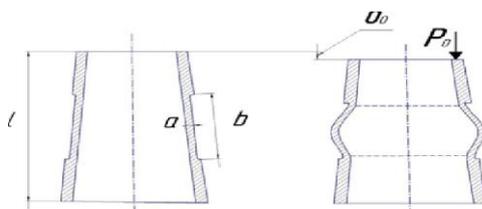


Рисунок 1 - Распорная втулка легкового автомобиля до и после нагружения, где а - толщина деформируемой части, b – длина деформируемой части, l – монтажная высота втулки.

Указанные параметры дистанционных деформируемых втулок при сжатии влияют на характеристику - «сила – деформация», которая показана на рисунке 2 - [1] и [2]. Степень влияния параметров втулки на величину поля компенсации  $V_k$  предлагается представить в виде следующей эмпирической зависимости:

$$V_k = C_1 * a^{x_1} * b^{y_1} * (HRA)^{z_1}$$

Где  $C_1$  – постоянный эмпирический коэффициент,  $X_1$  - показатель степени, определяющий влияние толщины деформируемой части,  $Y_1$  - показатель степени, определяющий влияние длины деформируемой части,  $Z_1$  – показатель степени, определяющий влияние твердости деформированной втулки,  $V_k$  – поле компенсации деформированной дистанционной распорной втулки.

Степень влияния параметров втулки на величину критической силы при деформации втулки предлагается представить в виде следующей эмпирической зависимости:

$$P_k = C_2 * a^{x_2} * b^{y_2} * (HRA)^{z_2}$$

Где  $C_2$  – постоянный эмпирический коэффициент,  $X_2$  - показатель степени, определяющий влияние толщины деформируемой части,  $Y_2$  - показатель степени, определяющий влияние длины деформируемой части,  $Z_2$  – показатель степени, определяющий влияние твердости деформированной втулки,  $P_2$  – критическая сила. при деформации дистанционной распорной втулки.

В результате исследования характеристики «сила- деформация» для партии втулок в количестве 100 шт. с предварительной их аттестацией по указанным

параметрам с использованием математического аппарата из раздела «Матрицы и определители» и , логарифмируя полученный полиномы, были определены эмпирические зависимости. Исследования проводились на специальном гидравлическом прессе (рисунок 3). Деформацию измеряли с помощью электронно - измерительной системы, с помощью которой контролировали силу. Тарировка датчика силы осуществлялась на гидравлическом прессе с использованием механического динамометра сжатия ДОСМ -10ТМ и на основе полученных данных была скорректирована шкала измерительного прибора с индуктивным датчиком (рисунок 3).



Рисунок 3 – Исследование деформации втулки и тарировка датчика силы на гидравлическом прессе.

После проводились пробные исследования зависимости силы и деформации, которые показали что созданная экспериментальная установка позволяет успешно проводить исследования в диапазоне линейных деформаций до 5 мм и осевой силы нагружения в диапазоне до 10 тонн (100 Кн).

При выполнении данной работы первоначально проводилась метрологическая экспертиза по параметрам, указанных на рисунке 1. После аттестации втулки подвергались нагружению и было получено семейство кривых, который показаны на рисунке 4. Анализ графиков показывает, что диапазон деформации и сил, при которых начинается разрушение втулки находятся в широких пределах: предельная сила может быть 4,5 тонн (45Кн) - 9, 2 тонн (92 Кн), а диапазон деформаций - от 0,3 мм до 1,5 мм (рисунок 4)

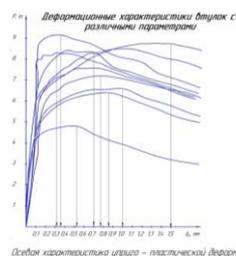


Рисунок 4 - Результаты исследования партии деформируемых втулок по выше указанной методике с использованием описанного оборудования.

Результаты экспериментальных исследований позволили получить эмпирические зависимости для расчета линейной деформации до точки перегиба и расчета критической силы, при которой втулка теряет устойчивость.

*Исходная математическая модель*

$$V_k = C_1 * a^{x^1} * b^{y^1} * (HRA)^{z^1}$$

*Получена эмпирическая зависимость*

$$V_k = 0,32 * a^{0,4} * b^{-0,3} * HRA^{0,6}$$

*Исходная математическая модель*

$$P_k = C_2 * a^{x^2} * b^{y^2} * (HRA)^{z^2}$$

*Получена эмпирическая зависимость*

$$P_k = 1431 * a^{0,43} * b^{-0,33} * (HRA)^{0,62}$$

Рисунок 5 – Результаты экспериментальных исследований – эмпирические зависимости для расчета линейной деформации до точки перегиба и расчета критической силы, при которой втулка теряет устойчивость.

Анализ полученных эмпирических зависимостей показывает, что влияние толщины деформируемой части  $a$  и твердости HRA прямо пропорциональны, а влияние длины деформируемой части обратно пропорционально.

На заключительном этапе данных исследований была проведена проверка полученных эмпирических зависимостей. Была выбрана втулка со следующими параметрами: толщина деформируемой части  $a = 1,5$  мм, длина деформируемой части  $b = 17$  мм и твердость втулки, измеренная на механическом твердомере по шкале HRA = 48 единиц.

$$\begin{aligned}
 & 1. \text{ Расчет осевой силы (кг)} \\
 & P_k = C_2 \cdot a^{x_2} \cdot b^{y_2} \cdot (HRA)^{z_2} = \\
 & 14,31 \cdot 1,5^{-0,43} \cdot 17^{-0,33} \cdot 48^{0,62} = \\
 & 14,31 \cdot 1,19 \cdot 0,4 \cdot 11,08 = \\
 & 7992 \text{ кг} \\
 & 2. \text{ Расчет деформации (мм)} \\
 & V_k = C_1 \cdot a^{x_1} \cdot b^{y_1} \cdot (HRA)^{z_1} = \\
 & = C_1 \cdot a^{x_1} \cdot b^{y_1} \cdot (HRA)^{z_1} = \\
 & 1,33 \cdot 1,5^{-0,4} \cdot 17^{-0,3} \cdot 48^{0,6} = \\
 & 0,23 \cdot 1,17 \cdot 0,43 \cdot 10,2 = 1,18 \text{ мм}
 \end{aligned}$$

Рисунок 13 - Проверка эмпирических зависимостей для втулки с аттестованными параметрами.

После расчета предельная критическая сила, после которой деформируемая втулка теряет свою работоспособность составила  $P_k = 7992$  кг (79,92 кН), а предельная деформация, соответствующая этой силе, получилась  $V_k = 1,18$  мм. Полученные данные были совмещены с графиком, показанном на рисунке 14, на котором выделены некоторая рабочая зона, в которой деформируемые втулки будут годны для выполнения своей функции – дистанционного компенсатора.

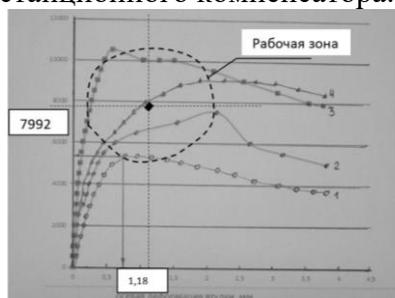


Рисунок 14 - Результаты проверки и сравнения эмпирических и экспериментальных зависимостей силы и деформации при сжатии деформируемых втулок.

Из графика следует, что выбранные характеристики с предельными значениями позволяют выделить некоторую рабочую зону, в которой находится точка с координатами 7992 и 1.18, рассчитанными по полученным эмпирическим зависимостям.

Выводы по проведенным исследованиям: полученные эмпирические зависимости впервые позволяют расчетным путем для частного конструктивного варианта деформируемой втулки определять взаимосвязь параметров деформированного участка и физико-механических свойств с выходными критериями – «поле компенсации» и «критическая сила».

#### Литература:

1. Шандров Б.В. Булавин И.А. Самойлова А.С. Факторы, определяющие качество редукторов ведущих мостов транспортных средств. Научно-технический журнал «Автомобильная промышленность» выпуск № 7, 2017 г.
2. Булавин И.А., канд. техн. наук, доцент; Груздев А.Ю., доцент; Будыкин А.В., аспирант. Влияние силовых и деформационных факторов при сборке

подшипниковых узлов редукторов автомобилей на точность регулирования  
преднатяга подшипников. *Машиностроитель*. 2009 г. №7.

3. Булавин И.А., Груздев А.Ю., Будыкин А.В. Влияние сил и деформаций звеньев при сборке подшипниковых узлов редукторов автомобилей на точность регулировки преднатяга подшипников. *Научно-технический журнал «Техника машиностроения»* №2, 2009 г., стр.32-36.