

## *Лабораторная работа*

### **Выбор оптимального способа восстановления**

Цель работы – практическое освоение методики выбора оптимального способа ремонта деталей в сопряжении «вал – втулка».

#### **Общие сведения**

Изнашивание деталей в процессе эксплуатации автомобилей приводит к нарушению посадок в сопряжениях, т.е. к увеличению зазоров в подвижных соединениях и к ослаблению натягов в неподвижных соединениях.

Посадки в сопряжениях восстанавливают следующими тремя методами:

- без замены сопрягаемых деталей;
- изменением начальных размеров деталей;
- восстановлением изношенных деталей до размеров новых.

*Восстановление посадки без замены сопрягаемых деталей* осуществляют двумя способами: регулировкой зазора и перестановкой деталей в дополнительную рабочую позицию. Зазоры в сопряжениях регулируют перемещением одной или нескольких деталей относительно сопрягаемых. Этим способом регулируют зазоры путем подтяжки подшипников качения с помощью резьбовых компенсаторов, применения эксцентриковых механизмов, например при регулировке колодок в тормозных устройствах, применения клиновидных элементов регулировки и др.

Примером перестановки детали в другую рабочую позицию является поворот зубчатого колеса и превращение тем самым противоположных поверхностей зубьев в рабочие взамен изношенных.

Регулировка зазоров и перестановка деталей в дополнительную рабочую позицию не восстанавливают полностью работоспособность соединения, так как сохраняется искажение геометрической формы деталей, в результате чего соединение имеет пониженную долговечность.

*Восстановление посадки изменением начальных размеров* деталей выполняют путем применения ремонтных размеров. При этом на одной из деталей сопряжения, например на коленчатом валу, шлифуют шейки под меньшие, так называемые ремонтные, размеры, восстанавливая тем самым правильную геометрическую форму поверхностей, а другую сопрягаемую деталь, например вкладыши подшипников, заменяют заранее изготовленными, имеющими соответствующий (меньший) ремонтный размер. Применение ремонтных размеров обеспечивает восстановление начального зазора и правильной геометрической формы деталей.

*Восстановление изношенных деталей до размеров новых* достигают наращиванием изношенной поверхности наплавкой, гальваническими покрытиями, металлизацией, напылением и т.д., пластической деформацией деталей (раздача, обжатие и др.) или заменой изношенного участка дополнительной ремонтной деталью. Например, при износе отверстия в корпусной детали его рас-

тачивают и запрессовывают в него втулку с внутренним диаметром, соответствующим нормальному. Данная втулка будет дополнительной ремонтной деталью.

Дополнительные ремонтные детали можно устанавливать не только при восстановлении изношенных деталей до размеров новых, но и при восстановлении посадок способом ремонтных размеров. В этом случае дополнительные детали будут иметь ремонтные размеры.

Выбор способа восстановления посадки определяется конструктивными особенностями данного сопряжения и технико-экономической целесообразностью. Важно выбрать наиболее эффективный вариант, который обеспечивал бы надежную работу узла в течение межремонтного цикла и вместе с тем был бы приемлем по затратам на ремонт.

В ремонтном производстве часто встречаются ситуации, когда для восстановления работоспособности какого-либо узла необходимо восстановить посадку в соединении «вал – втулка» (рис. 1).

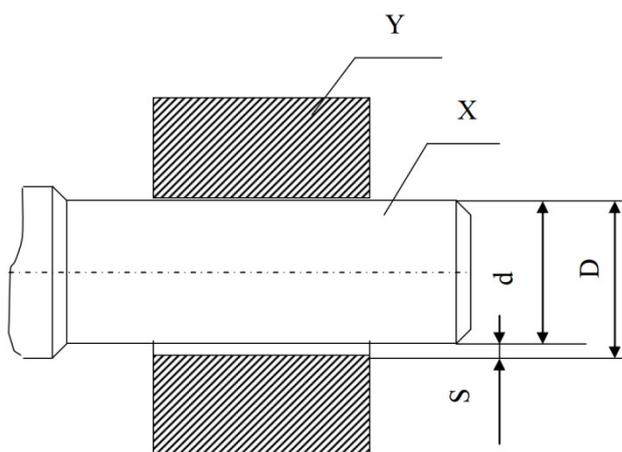


Рис. 1. Соединение «вал – втулка»:  $X$  – вал;  $Y$  – втулка;  $S$  – зазор (или натяг) для обеспечения требуемой посадки деталей

При отборе вариантов приходится одновременно учитывать ряд функциональных и экономических особенностей каждого способа ремонта. Для отсеивания неконкурентоспособных вариантов удобно воспользоваться графическим деревом (рис.2).

В первую очередь нужно исключить те варианты ремонта, которые не подходят по физико-химическим или другим свойствам, препятствующим последующей эксплуатации узла.

Затем просчитываются оставшиеся варианты по долговечности и экономической целесообразности и делается вывод о приемлемых способах ремонта.

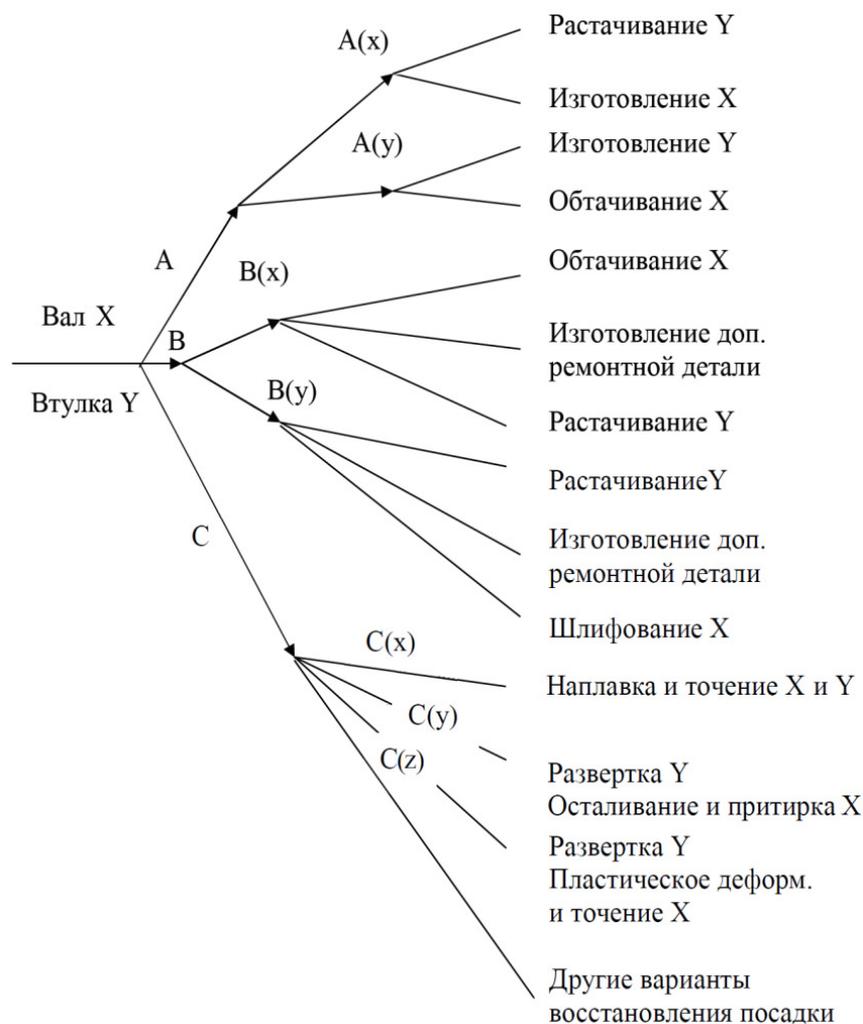


Рис. 2. дерево вариантов восстановления сопряжения деталей «вал – втулка»

### Методика выбора оптимального способа восстановления

Себестоимость ремонта  $i$ -го варианта сопряжения деталей  $C_i$ , руб., можно рассчитать, например, по упрощенному варианту, исходя из затрат материалов, расхода заработной платы и накладных расходов по следующей формуле:

$$C_i = M_i + Z_i + H_i, \quad (1)$$

где  $M_i$  – стоимость материалов и оснастки на восстановление деталей  $i$ -ым способом, руб;

$Z_i$  – заработная плата, руб;

$H_i$  – накладные расходы, руб.

Стоимость материалов и оснастки на восстановление деталей  $M_i$ , руб, определяем по формуле:

$$M_i = M_{M_i} + M_{OC_i}, \quad (2)$$

где  $Mm_i$  – стоимость материалов, израсходованных на ремонт, руб;

$Moc_i$  – стоимость оснастки, приходящаяся на ремонт одной сборочной единицы, руб.

Стоимость материалов, израсходованных на ремонт, определяется по формуле:

$$Mm_i = \sum_{i=1}^n (g_i \cdot a_i), \quad (3)$$

где  $g_i$  – расход материала на выполнение  $i$ -й операции, кг;

$a_i$  – цена материала, руб./кг.

Стоимость оснастки, приходящаяся на ремонт одной сборочной единицы определяется по формуле:

$$Moc_i = \sum_{i=1}^n \left( \frac{Coc_i}{d} \right), \quad (4)$$

где  $Coc_i$  – стоимость оснастки для выполнения  $i$ -й операции, руб;

$d$  – количество сборочных единиц, восстановленных с помощью комплекта оснастки.

Зарботную плату  $Z_i$ , руб, определяем по следующей формуле:

$$Z_i = (Zосн_i + Zдоп_i) \cdot k_{pk} \cdot k_{np} \cdot k_{бо}, \quad (5)$$

где  $Zосн_i$  – основная заработная плата на выполнение  $i$ -й технологической операции, руб;

$Zдоп_i$  – дополнительная заработная плата на выполнение  $i$ -й технологической операции, руб,  $Zдоп_i = 7 - 10\% \cdot Zосн_i$ ;

$k_{pk}$  – районный коэффициент,  $k_{pk} = 1,15$ ;

$k_{np}$  – коэффициент мотивации труда (премия 40 %),  $k_{np} = 1,4$ ;

$k_{бо}$  – коэффициент бюджетных отчислений,  $k_{бо} = 1,3$ .

Основная заработная плата  $Zосн_i$  на выполнение  $i$ -й технологической операции (табл. 2) определяется по следующей формуле:

$$Zосн_i = \sum_{i=1}^n (TC_i \cdot Tn_i), \quad (6)$$

где  $TC_i$  – часовая тарифная ставка рабочего, руб/ч;

$Tn_i$  – нормативное время на выполнение  $i$ -й операции, ч.

Накладные расходы  $H_i$ , руб, определяем по формуле:

$$H_i = Z_i \cdot \varphi_n, \quad (7)$$

где  $Z_i$  – заработная плата, руб.;

$\varphi_n$  – коэффициент накладных расходов,  $\varphi_n = 1,7 - 2,5$ .

Для оценки эффективности способа восстановления сопряжения деталей используют коэффициент целесообразности:

$$K_{ц} = \frac{C_n}{C_в} \cdot K_{д}, \quad (8)$$

где  $C_n$  – стоимость новых деталей, руб.;

$C_в$  – себестоимость восстановления деталей, руб.;

$K_{д}$  – коэффициент долговечности отремонтированного узла, принимается по минимальной величине (табл. 1).

Таблица 1 – Коэффициент относительной долговечности деталей при их восстановлении различными способами

Способ восстановления деталей	Коэффициент относительной долговечности $K_{д}$			
	по износо-стойкости де-талей	по прочности деталей	по усталост-ной прочно-сти	по сцеплению слоя покрытия с основ-ным металлом
Сварка и наплавка под слоем флюса	0,85	0,62	0,53	0,99
Сварка и наплавка в среде углекислого газа	1,0	0,7	0,9	1,0
Вибродуговая наплавка	0,85	0,62	0,52	0,96
Осталивание	0,95	0,88	0,58	0,75
Металлизация напыле-нием	0,95	0,65	0,65	0,45
Пластическая деформа-ция	0,98	0,9	1,0	1,0
Точение или шлифова-ние под ремонтный раз-мер	0,95	0,8	0,9	1,0
Установка дополнитель-ной ремонтной детали	0,99	0,65	0,8	0,95

## Порядок выполнения работы

1. Выписать исходные данные согласно варианту.
2. Вычертить эскиз сопряжения «вал – втулка».
3. Вычертить графическую схему (дерево) вариантов восстановления сопряжения «вал – втулка».
4. Рассчитать себестоимость восстановления деталей, долговечность работы восстановленного узла, коэффициент целесообразности ремонта, результаты расчетов внести в табл. 2.
5. Проанализировать полученные результаты и сделать вывод о выбранном варианте восстановления.

Таблица 2 – Показатели эффективности вариантов восстановления сопряжения деталей «вал – втулка»

Вариант восстановления	Себестоимость восстановления узла, руб	Стоимость новых деталей, руб	Коэффициент относительной долговечности узла	Коэффициент целесообразности ремонта
A(x)				
A(y)				
B(x)				
B(y)				
C(x)				
C(y)				
C(z)				