

621.833.52:621.923.74

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОВ ПРИТИРКИ СПИРОИДНЫХ ПЕРЕДАЧ

Д-р техн. наук, проф. А.С.КУНИВЕР

Приведены результаты численного исследования влияния погрешностей монтажа спироидной передачи с пятном контакта, локализованным по длине и высоте ее зацепляющихся элементов, на смещение центра и длину этого пятна. С учетом данных результатов оценены возможности управления процессом притирки спироидных передач и разработаны методы ее осуществления.

При изготовлении спироидных передач со стальными закаленными червяками и колесами в качестве отделочной операции их зубообработки может быть применена притирка. Хотя эта операция позволяет повысить плавность работы этих передач, снизить уровень их шума и улучшить расположение в них пятна контакта (ПК), локализованного по длине и высоте зацепляющихся элементов, она не нашла должного применения из-за того, что методы ее осуществления не разработаны. Ниже обсуждаются вопросы, связанные с созданием этих методов, и рассматриваются особенности последних.

Возможности управления при притирке спироидной передачи положением на боковой поверхности зуба ее колеса локальной зоны, в пределах которой происходит притирка зацепляющихся элементов, во многом зависят от чувствительности этой зоны к изменению взаимного положения колеса и червяка. Поскольку положение локальной зоны притирки определяется положением ПК в спироидной передаче, судить об указанных возможностях можно на основании данных о чувствительности этого ПК к погрешностям монтажа передачи.

Как известно, ПК в спироидной передаче невосприимчиво к погрешности осевого положения червяка, так как осевые шаг и профиль его витков постоянны. Наглядное представление о чувствительности ПК к другим погрешностям монтажа – погрешностям межосевого расстояния Δa_w , межосевого угла $\Delta \Sigma_1$ и осевого положения колеса Δg , - можно получить, рассматривая рис.1 – рис.3, где представлены некоторые результаты численного исследования влияния данных погрешностей на смещение центра и длину ПК зацепляющихся элементов спироидных передач. В качестве ПК при проведении исследования рассматривалась зона касания этих элементов [2]. Данные о влиянии названных погрешностей на ширину ПК здесь не приведены, поскольку, как показал анализ, при изменении Δa_w , $\Delta \Sigma_1$ и Δg , вызывающем смещение контура ПК на кромки зацепляющихся элементов, упомянутая ширина изменяется незначительно (не более, чем на 5-7%).

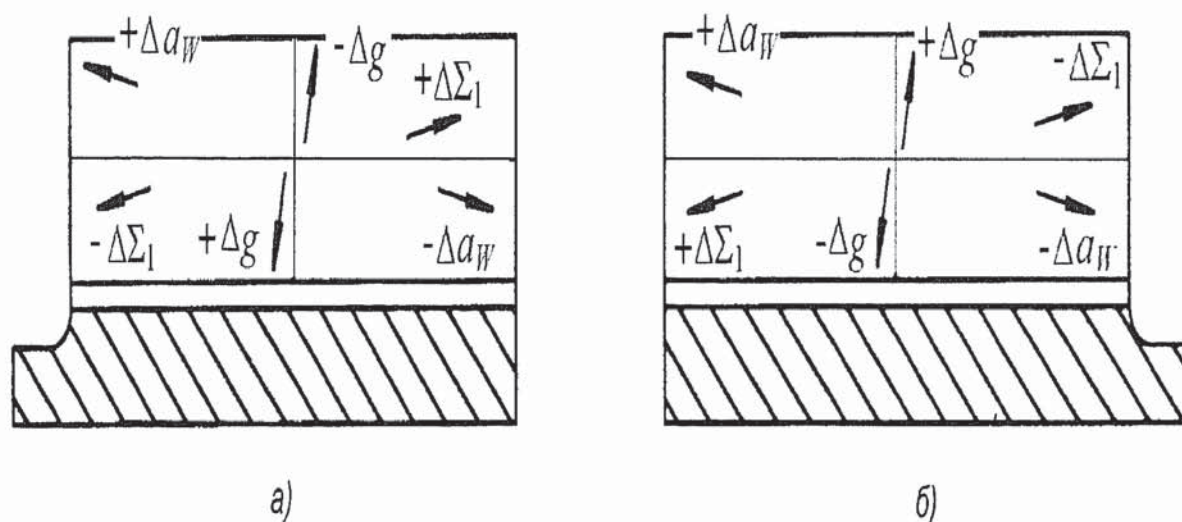


Рис. 1. Направления смещения пятен контакта на правой (а) и левой (б) поверхностях зуба спироидного колеса при действии погрешностей

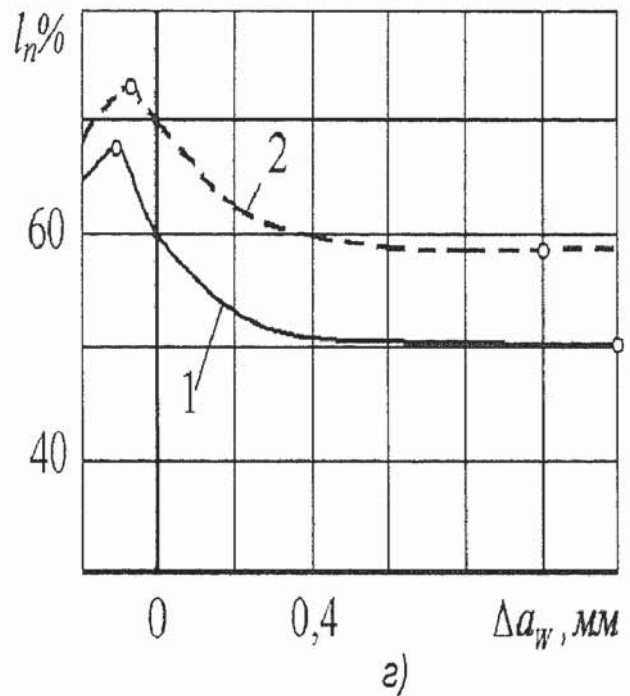
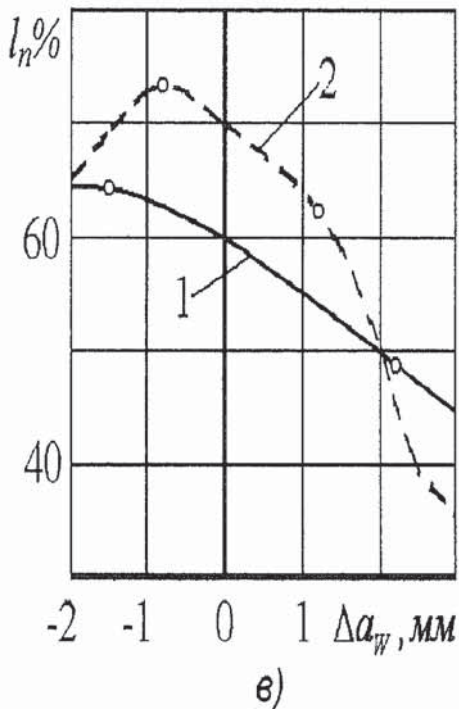
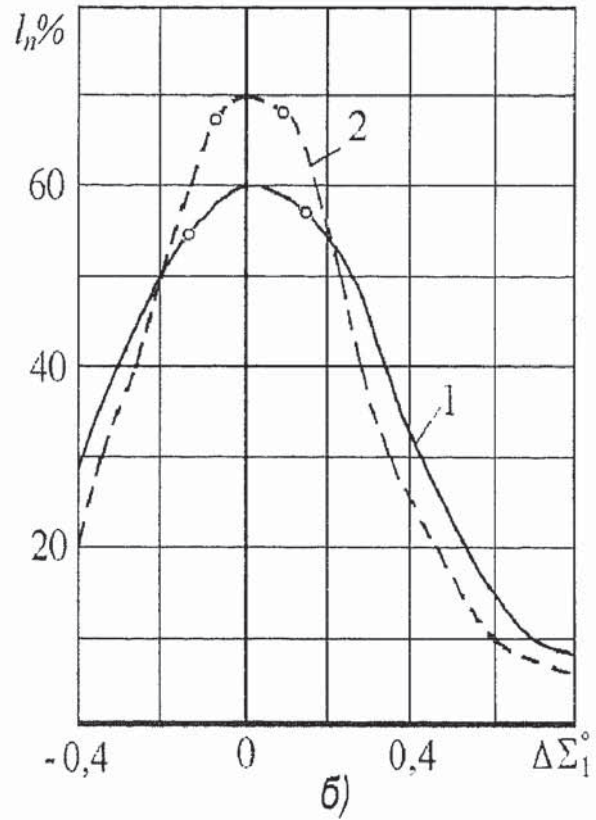
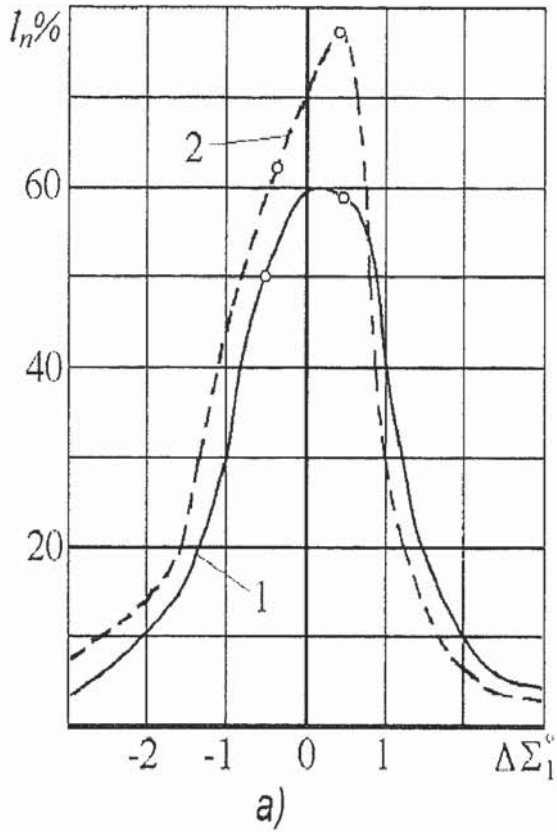


Рис.2. Зависимости l_n от $\Delta\Sigma_1$ и Δa_w для пятен контакта на правых (а, в) и левых (б, з) поверхностях зубьев колеса спиральной передачи с $i=39$

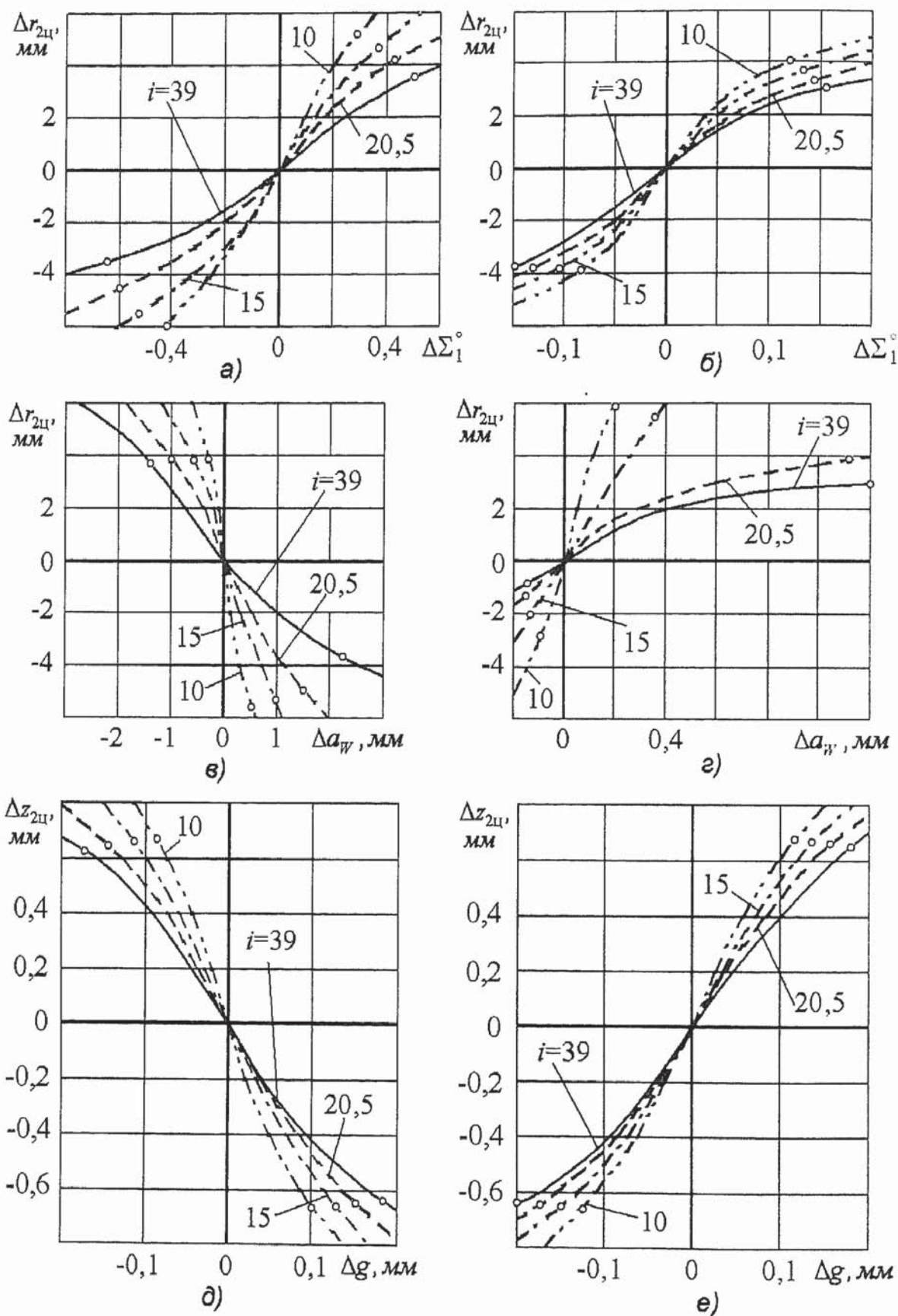


Рис.3. Зависимости $\Delta r_{2ц}$ от $\Delta \Sigma_1$, $\Delta r_{2ц}$ от $\Delta a_{\text{ш}}$ и $\Delta z_{2ц}$ от Δg для пятен контакта на правых (а, в, д) и левых (б, г, е) поверхностях зубьев колес спиральных передач с различными значениями i

Объектами исследования были цилиндрические спироидные передачи вида SZC2, содержащие червяки с выпукло-вогнутым круговым нормальным профилем впадины и имеющие различные передаточные отношения i , но одинаковые следующие параметры: межосевое расстояние $a_w = 31,5 \text{ мм}$; межосевой угол $\Sigma_1 = 90^\circ$; осевой модуль, диаметр вершин и высота витков червяка соответственно $m_x = 1,75 \text{ мм}$, $d_{a1} = 24 \text{ мм}$, $h_1 = 2,25 m_x$; радиусы окружностей профилей правой и левой боковых поверхностей этих витков соответственно $\rho_R = 32 \text{ мм}$, $\rho_L = 25 \text{ мм}$; делительные углы данных профилей соответственно $\alpha_R = 8^\circ$, $\alpha_L = 30^\circ$; внешний диаметр и ширина венца колеса соответственно $d_{e2} = 115 \text{ мм}$, $b_2 = 18,5 \text{ мм}$.

При проведении исследования контур ПК, рассматриваемый в виде отображения на осевую плоскость колеса, находился в соответствии с методикой, изложенной в [2]. Длина $l_{\text{П}}$ ПК определялась разностью значений радиусов соосных цилиндров колеса, ограничивающих это ПК по длине его зуба. Величины смещений $\Delta r_{2ц}$ и $\Delta z_{2ц}$ центра ПК соответственно по длине и высоте зуба колеса находились по формулам:

$$\Delta r_{2ц} = r_{2ц} - r_{2ц, \text{ном}} \quad (1)$$

$$\Delta z_{2ц} = z_{2ц} - z_{2ц, \text{ном}} \quad (2)$$

где $r_{2ц}$ и $r_{2ц, \text{ном}}$ - радиусы соосных цилиндров колеса, проходящих через центр ПК соответственно при наличии и отсутствии погрешности; $z_{2ц}$ и $z_{2ц, \text{ном}}$ - аппликаты этого центра в системе координат $S_2(x_2, y_2, z_2)$, связанной с колесом [2], соответственно при наличии и отсутствии погрешности.

При отсутствии погрешностей длина ПК, характеризуемая кривыми 1 и 2 на рис. 2, составляет соответственно 60% b_2 и 70% b_2 . При том же условии длина ПК, ха-

рактируемая кривыми на рис. 3, равна 60% b_2 . Ширина всех этих ПК равна 60% активной высоты зуба колеса.

Точки, выделенные на графиках (рис. 2 и 3), определяют значения $\Delta\Sigma_1$, $\Delta a_{\text{пр}}$ и Δg , при которых контуры ПК выходят или на боковые кромки зуба колеса (при изменении $\Delta\Sigma_1$ и $\Delta a_{\text{пр}}$), или на вершинные кромки витка червяка и зуба колеса (при изменении Δg).

Анализируя графики на рис. 2 и 3, можно отметить, что

а) при всех рассматриваемых значениях i ПК на левых и правых поверхностях зубьев спироидного колеса чувствительны к погрешностям $\Delta\Sigma_1$, $\Delta a_{\text{пр}}$, Δg , причем первые из указанных ПК более чувствительны к погрешностям $\Delta\Sigma_1$ и $\Delta a_{\text{пр}}$, чем вторые;

б) с уменьшением значения i чувствительность ПК к погрешностям $\Delta\Sigma_1$, $\Delta a_{\text{пр}}$, Δg возрастает;

в) доминирующее влияние на ПК оказывает погрешность $\Delta\Sigma_1$.

Результаты исследования дают основание утверждать, что при притирке спироидной передачи на положение локальной зоны притирки, можно оказывать влияние тремя параметрами этой передачи - $\Delta a_{\text{пр}}$, $\Delta\Sigma_1$ и B_2 , где B_2 - удаление колеса.

Поскольку в спироидной передаче ПК локализовано, т.е. распространено на определенной части боковой поверхности зуба колеса, то для обработки всей этой поверхности и контактирующей с ней боковой поверхности витка червяка необходимо в течении всего процесса притирки перемещать локальную зону притирки вдоль данного зуба. Такое перемещение может быть реализовано путем сообщения одному из звеньев передачи осциллирующего движения, изменяющего величину либо параметра $a_{\text{пр}}$, либо параметра Σ_1 . Сохранение при указанном перемещении среднего по высоте зуба положения этого ПК обеспечивается изменением величины параметра B_2 .

Отклонения значений Δa_w , $\Delta \Sigma_1$ и B_2 от их номинальных значений, обеспечивающие требуемое расположение на различных участках боковой поверхности зуба спироидного колеса локальной зоны притирки, приближенно могут быть определены моделированием ПК в спироидной передаче [3]. Более точные данные об указанных величинах, используемые при наладке зубопритирочного станка, находят в процессе контроля ПК в этой передаче на контрольно-обкатном станке.

С учетом отмеченного выше разработаны методы притирки спироидных передач, отображенные на рис. 4. Первый из этих методов (рис. 4, а) рекомендуется применять при обработке спироидных передач с $i < 10$, а остальные, в том числе и метод, представленный на рис. 4, б, в случае его использования для притирки спироидных передач с ПК, локализованным по высоте зацепляющихся элементов, – при обработке спироидных передач с $i < 20$. При этих значениях i ПК имеет вполне приемлемую для осуществления притирки передачи чувствительность к изменению параметров Δa_w , $\Delta \Sigma_1$ и B_2 , и длина l_n этого ПК в процессе его перемещения по длине зуба колеса меняется незначительно (не более чем на 7%). Данные методы, за исключением метода, показанного на рис. 4, г, могут быть реализованы на отечественных и зарубежных станках для притирки конических и гипоидных передач.

При реализации указанных методов притирки червяк устанавливают с возможностью одностороннего зацепления с колесом и сообщения от червяка притормаживаемому колесу вращения, направление которого меняют в зависимости от обработки правых или левых поверхностей зацепляющихся элементов.

В соответствии с методом притирки, представленном на рис. 4, а, на положение локальной зоны притирки оказывают влияние параметрами a_w и B_2 . Для изменения a_w колесу сообщают осциллирующее движение вдоль прямой $K-K$, наклоненной под углом μ к оси червяка. Значение μ определяют на основании требуемых величин изменения a_w и выбранных величин составляющих O_1O и OO_2 осциллирования колеса. Эти составляющие, выбираемые из диапазона 0,5...1,5 мм, должны обеспечивать после притирки передачи сохранение в заданных пределах ее нечувствительности к неточности осевого положения червяка.

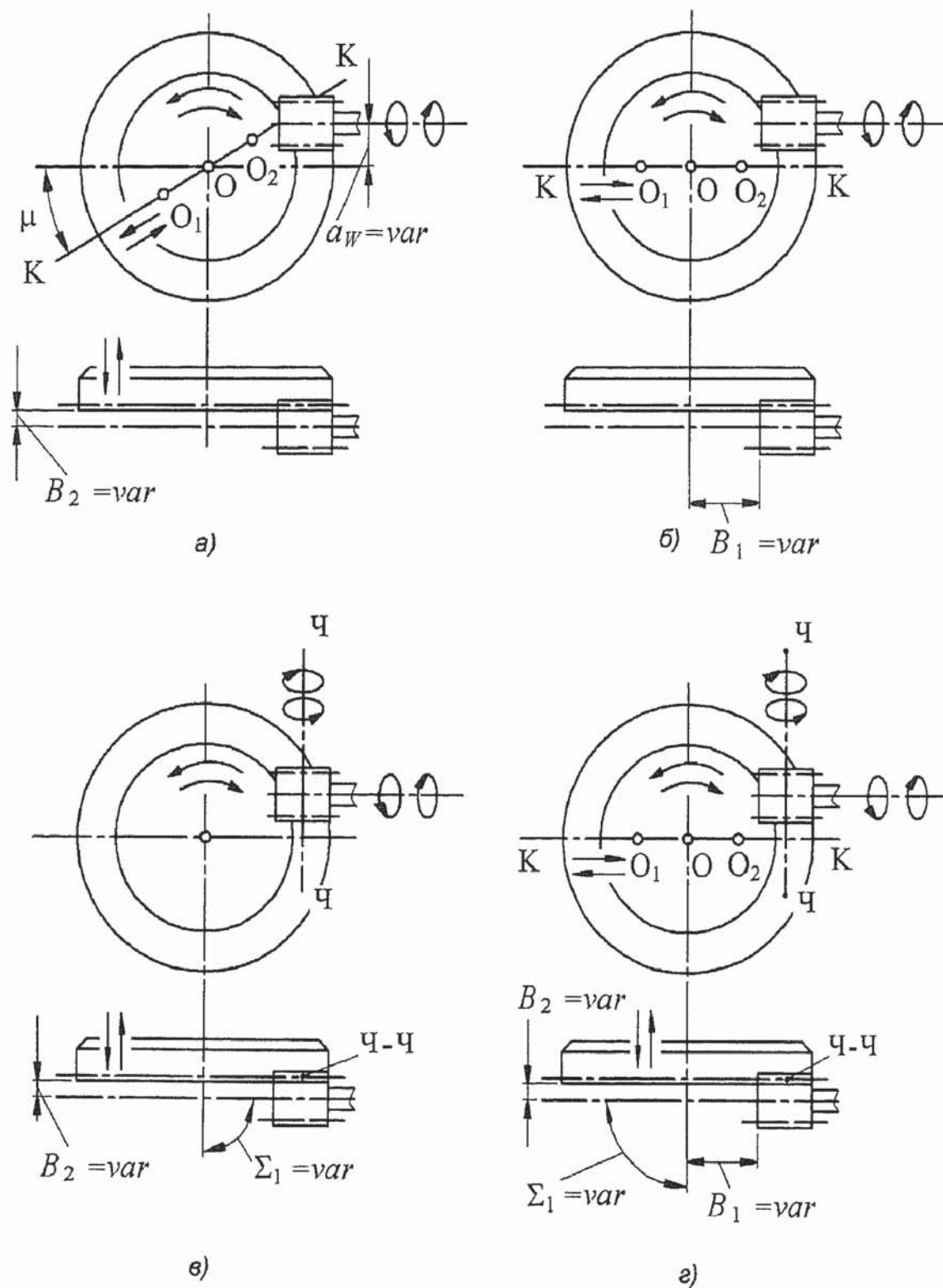


Рис.4. Схемы движений спироидных червяка и колеса при их притирке различными методами: а – с изменением α_w и B_2 ; б – с изменением B_1 ; в – с изменением Σ_1 и B_2 ; г – с изменением Σ_1 , B_2 и B_1

Метод, показанный на рис. 4,б, применяют при притирке спироидных передач с ПК, локализованным или только по высоте зацепляющихся элементов, или одновременно по их высоте и длине. При обработке первых из названных передач колесу сообщают осциллирующее движение (с одинаковыми составляющими O_1O и OO_2 осциллирования, не превышающими по величине 1,5 мм) вдоль прямой $K-K$, параллельной оси червяка. При этом меняется величина удаления B_1 червяка, а величины a_w и B_2 остаются неизменными. Такое движение колеса позволяет сохранить в заданных пределах нечувствительность спироидной передачи к неточности осевого положения червяка после ее притирки.

В случае притирки спироидной передачи с ПК, локализованным по высоте и длине зацепляющихся элементов, в этот метод вносятся изменения, состоящие в том, что обработку передачи ведут в три приема: сначала при номинальном значении a_w , а затем последовательно при значениях a_w , большем и меньшем номинального. Последние названные значения определяют при контроле спироидной передачи на контрольно-обкатном станке до ее притирки. При этих значениях контур ПК должен выходить на боковые кромки соответственно носка и пятки зуба колеса. Применение данного метода оправдано лишь в условиях единичного изготовления спироидных передач с $i < 10$.

Согласно методам притирки, отображенным на рис. 4,в и рис. 4,з, на положение локальной зоны притирки оказывают влияние параметрами $\Delta\Sigma_1$ и B_2 . При этом для изменения $\Delta\Sigma_1$ червяку сообщают осциллирующее движение вокруг прямой $Ч-Ч$, которая перпендикулярна к оси червяка, равноудалена от его торцов и касательна к делительному цилиндру.

Из этих двух методов притирки более предпочтителен второй метод (рис. 4,з), предусматривающий сообщение осциллирующего движения не только червяку, но и колесу (вдоль прямой $K-K$, параллельной оси червяка). Однако, для реализации этого метода, позволяющего сохранить нечувствительность передачи к погрешности осевого положения червяка, требуется модернизация зубопритирочного станка, направленная на обеспечение указанного движения колеса.

Следует отметить, что рассмотренными выше методами, за исключением последнего (рис.4,з), производилась притирка опытных спироидных передач с i , равными 4,55 и 4,77. Притирка выполнялась на станках модели 5П1725М (методами, показанными

на рис. 4,а,б) и модели «Gleason №503» (методом, отображенным на рис. 4,в). Результаты притирки подтвердили эффективность этих методов и возможность их реализации на данных станках.

ВЫВОДЫ

1. Установлены закономерности влияния погрешностей монтажа спироидной передачи с ПК, локализованным по длине и высоте ее зацепляющихся элементов, на смещение центра и длину данного ПК, позволяющие утверждать, что при притирке этой передачи на положение локальной зоны притирки можно оказывать влияние тремя ее параметрами – межосевым расстоянием, межосевым углом и удалением колеса.

2. Разработаны методы притирки данной передачи, которые предусматривают управление положением локальной зоны притирки указанными параметрами и могут быть реализованы на станках для притирки конических и гипоидных передач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кунивер А.С. Метод оценки контакта в модифицированной спироидной передаче // Известия вузов. Машиностроение. – 1998. – №1-3. – С. 39-43.
2. Кунивер А.С. Управление параметрами пятна контакта в модифицированной спироидной передаче // Вестник машиностроения. – 2000. – №8. – С. 3-7.