

*Д.В МАЛЫЙ. асп., Т.Н. ФЕСЕНКО асп., Т.Г. ХМЕЛОВСКИЙ,
г. Луганск, ВНУ им. В. Даля*

**ЛОКАЛЬНАЯ КИНЕМАТИКА И НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ
ГИДРОДИНАМИКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ
НОВИКОВА ПРИ НАЛИЧИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И
МОНТАЖНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ**

Let's consider results of research of influence of technological and assembly errors on quality indicators of cylindrical Novicovs transfers, which on the basis of initial contours DLZ-1.0-0.15, DLZ-0.7-0.15 and OLZ-1.35.

Работоспособность зубчатых передач принято [1, 4] оценивать качественными показателями, характеризующими локальную кинематику и гидродинамику механизма. К числу таких показателей относятся удельные скольжения $\eta^{(1)}$ и $\eta^{(2)}$, относительные скорости скольжения $V^{(12)}$, верчения $\Omega^{(верч)}$ и качения $\Omega^{(кач)}$, суммарная скорость V^Σ движения рабочих поверхностей, угол ν между вектором относительной скорости и направлением большой полуоси эллиптической площадки мгновенного контакта.

Рассмотрим результаты исследования влияния технологических и монтажных погрешностей на качественные показатели цилиндрических передач Новикова, которые на основе исходных контуров ДЛЗ-1.0-0.15, ДЛЗ-0.7-0.15 и ОЛЗ-1.35. Исследования основывались на алгоритмах и уравнениях [3], согласно которым качественные показатели отыскиваются в процессе решения обратной задачи теории зацеплений в следующем виде:

$$g = g_0 + g_1 f_{ar} + g_2 T_{Hr}^{(1)} + g_3 T_{Hr}^{(2)} + g_4 f_{xr} + g_5 f_{yr} + g_6 F_{rr}^{(1)} + g_7 F_{rr}^{(2)} + \dots$$
$$(g = \eta^{(1)} \dots, \nu)$$

где g_0 - номинальное значение показателя в идеальной передаче; g_i - коэффициенты влияния погрешностей; f_{ar} - погрешность межосевого расстояния; $T_{Hr}^{(1)}$ и $T_{Hr}^{(2)}$ - смещение исходного контура шестерни и колеса; f_{xr}

и f_{yr} - отклонение от непараллельности и перекос осей; $F_{rr}^{(1)}$ и $F_{rr}^{(2)}$ - радиальные биения зубчатых венцов.

Коэффициент g_i вычисляли для косозубых передач, шевронных и передач с арочным зубом $m_n = (2 \div 15) \text{ мм}$ с межосевыми расстояниями и передаточными числами широкого диапазона. Часть расчетных данных при угловой скорости шестерни $w_0 = 1 \text{ рад/с}$ для передач с параметрами $m_n = 6,3 \text{ мм}$, $z_1 = 19$, $z_2 = 77$, $a_w = 315 \text{ мм}$, $\beta = 16^\circ 15' 38''$ представлена в диаграммах: размерность g_i - мм^{-1} , размерность g и g_0 в рад.

Анализ вычисленных коэффициентов влияния позволил сформулировать следующие результаты исследования.

На $V^{(12)}$ доминирующее равновесное влияние оказывают погрешности $T_{Hr}^{(m)}$ и $F_{rr}^{(m)}$ в меньшей степени f_{xr} и f_{yr} , а погрешность f_{ar} не влияет. Если значения погрешностей равны допускам [2, табл. 11, 13, 14, 16], то в зависимости от класса точности отклонение $V^{(12)}$ от $V_0^{(12)}$ составляет:

- контур ДЛЗ-0.7-0.15: $\pm(0.8 \div 1.3)\%$ для f_{xr} ; $\pm(0.4 \div 1)\%$ для f_{yr} ; $\pm(8 \div 18)\%$ для $T_{Hr}^{(m)}$; $\pm(7 \div 14)\%$ для $F_{rr}^{(m)}$;
- контур ДЛЗ-1.0-0.15: $\pm 1.3\%$ для f_{xr} ; $\pm(0.5 \div 1.1)\%$ для f_{yr} ; $\pm(11 \div 25)\%$ для $T_{Hr}^{(m)}$; $\pm(10 \div 20)\%$ для $F_{rr}^{(m)}$;
- контур ОЛЗ-1.35: $\pm(0.8 \div 1.3)\%$ для f_{xr} ; $\pm(0.8 \div 1.3)\%$ для f_{yr} ; $\pm(14 \div 33)\%$ для $T_{Hr}^{(m)}$; $\pm(13 \div 26)\%$ для $F_{rr}^{(m)}$;

Большие значения погрешностей (при которых сохраняется физический контакт зубьев) вызывают еще большее отклонение $V^{(12)}$ от $V_0^{(12)}$. Например, при $T_{Hr}^{(m)} = 0.6 \text{ мм}$ в передачах ОЛЗ скорость скольжения возрастает более чем вдвое.

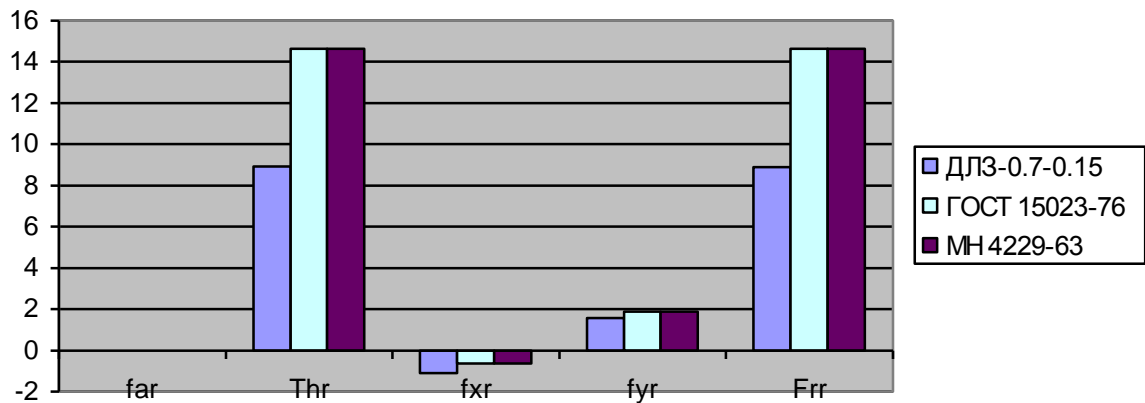


Рис. 1 – Коэффициенты влияния погрешностей относительной скорости скольжения $V^{(12)}$

На $\eta^{(m)}$, ($m = 1, 2$) доминирующее равновесное влияние оказывают погрешности $T_{Hr}^{(m)}$, $F_{rr}^{(m)}$ и f_{xr} в меньшей степени влияет погрешность f_{yr} , погрешность f_{ar} не влияет. Если значения погрешностей равны допускам [2], то отклонение $\eta^{(m)}$ от $\eta_0^{(m)}$ составляет:

- контур ДЛЗ-0.7-0.15: $\pm(0.8 \div 4.5)\%$ для f_{xr} ; $\pm(0.5 \div 3)\%$ для f_{yr} ; $\pm(8 \div 17)\%$ для $T_{Hr}^{(m)}$; $\pm(5 \div 24)\%$ для $F_{rr}^{(m)}$;
- контур ДЛЗ-1.0-0.15: $\pm(0.6 \div 3.4)\%$ для f_{xr} ; $\pm(0.5 \div 3)\%$ для f_{yr} ; $\pm(12 \div 26)\%$ для $T_{Hr}^{(m)}$; $\pm(8 \div 35)\%$ для $F_{rr}^{(m)}$;
- контур ОЛЗ-1.35: $\pm(0.3 \div 2)\%$ для f_{xr} ; $\pm(0.4 \div 2.5)\%$ для f_{yr} ; $\pm(14 \div 30)\%$ для $T_{Hr}^{(m)}$; $\pm(9 \div 40)\%$ для $F_{rr}^{(m)}$;

Большие значения погрешностей (при которых сохраняется физический контакт зубьев) вызывают еще большее отклонение $\eta^{(m)}$ от $\eta_0^{(m)}$. Например, при $T_{Hr}^{(m)} = 0.6$ мм в передачах ОЛЗ скорость скольжения возрастает более чем втрое.

На $\Omega^{(всрч)}$ доминирующее равновесное влияние оказывают погрешности f_{ar} , $T_{Hr}^{(m)}$, $F_{rr}^{(m)}$ и f_{xr} в меньшей степени влияет погрешность f_{yr} . Если значения погрешностей равны допускам [2], то отклонение $\Omega^{(всрч)}$ от $\Omega_0^{(всрч)}$ составляет:

- контур ДЛЗ-0.7-0.15: $\pm(3 \div 9)\%$ для f_{xr} ; $\pm(0.1 \div 0,5)\%$ для f_{yr} ; $\pm(5 \div 14)\%$ для $T_{Hr}^{(m)}$; $\pm(5 \div 8)\%$ для f_{ar} ; $\pm(5 \div 11)\%$ для $F_{rr}^{(m)}$;
- контур ДЛЗ-1.0-0.15: $\pm(2 \div 6)\%$ для f_{xr} ; $\pm(0.1 \div 0,5)\%$ для f_{yr} ; $\pm(4 \div 11)\%$ для $T_{Hr}^{(m)}$; $\pm(4 \div 6)\%$ для f_{ar} ; $\pm(4 \div 9)\%$ для $F_{rr}^{(m)}$;
- контур ОЛЗ-1.35: $\pm(1 \div 3)\%$ для f_{xr} ; $\pm(0.1 \div 0,5)\%$ для f_{yr} ; $\pm(2 \div 6)\%$ для $T_{Hr}^{(m)}$; $\pm(2 \div 3)\%$ для f_{ar} ; $\pm(2 \div 5)\%$ для $F_{rr}^{(m)}$;

При увеличении значений погрешностей рассматриваемое отклонение возрастает. Например, при $T_{Hr}^{(m)} = -0.6$ мм в передачах ОЛЗ скорость вращения возрастает более чем на 20%.

На $\Omega^{(кач)}$ погрешности f_{ar} , $T_{Hr}^{(m)}$, $F_{rr}^{(m)}$ и f_{xr} влияют в 3-3,5 раза слабее, чем на $\Omega^{(верч)}$, влияние погрешности f_{yr} такое же, как и на $\Omega^{(верч)}$.

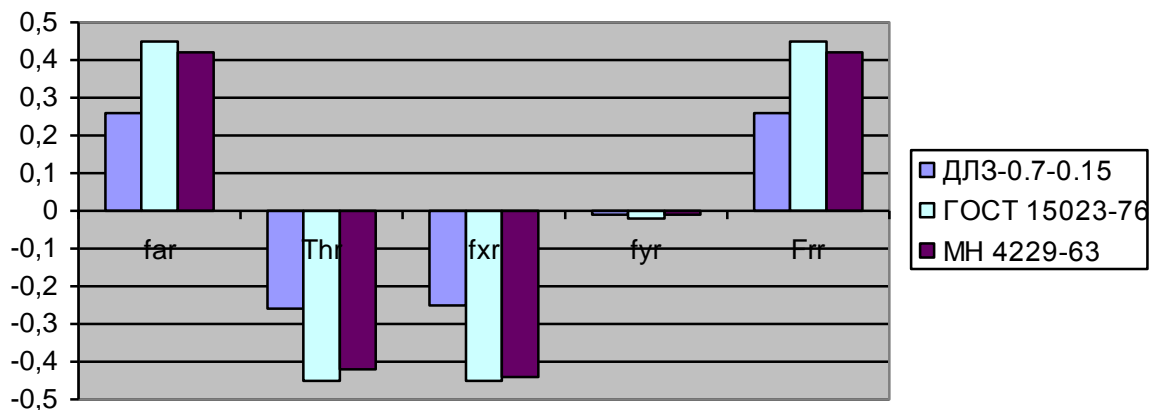


Рис.2 – Коэффициенты влияния погрешностей скорости вращения $\Omega^{(верч)}$

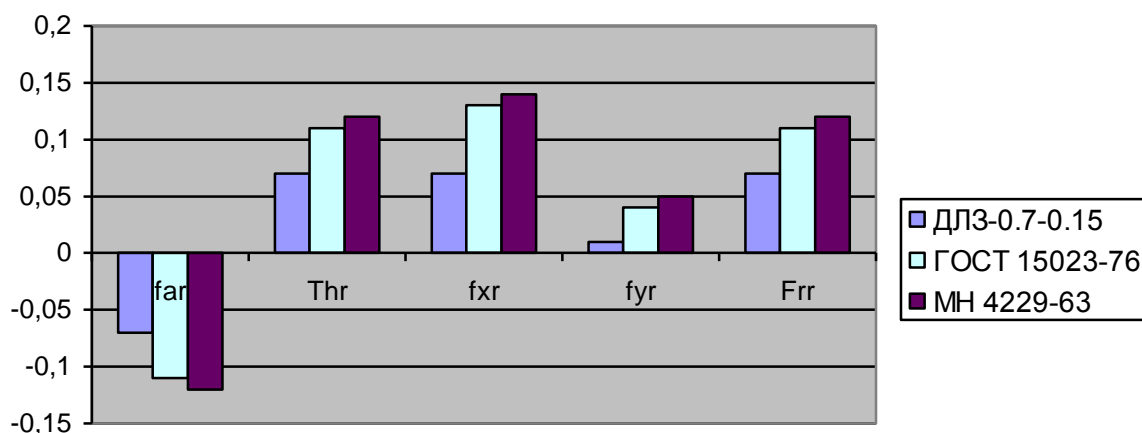


Рис.3 – Коэффициенты влияния погрешностей скорости качения $\Omega^{(кач)}$

На $V^{(\Sigma)}$ доминирующее влияние оказывают погрешность f_{xr} в меньшей степени влияют погрешности $F_{rr}^{(m)}$, $T_{Hr}^{(m)}$, f_{ar} и f_{yr} . Если значения погрешностей равны допускам [2], то отклонение $V^{(\Sigma)}$ от $V_0^{(\Sigma)}$ составляет:

- контур ДЛЗ-0.7-0.15: $\pm(3 \div 6)\%$ для f_{ar} ; $\pm(3 \div 7)\%$ для $T_{Hr}^{(m)}$; $\pm(6 \div 17)\%$ для $F_{rr}^{(m)}$; $\pm(14 \div 28)\%$ для f_{xr} ; $\pm(0.3 \div 2)\%$ для f_{yr} ;
- контур ДЛЗ-1.0-0.15: $\pm(4 \div 9)\%$ для f_{ar} ; $\pm(3 \div 7)\%$ для $T_{Hr}^{(m)}$; $\pm(9 \div 26)\%$ для $F_{rr}^{(m)}$; $\pm(18 \div 36)\%$ для f_{xr} ; $\pm(0.3 \div 2)\%$ для f_{yr} ;
- контур ОЛЗ-1.35: $\pm(5 \div 12)\%$ для f_{ar} ; $\pm(5 \div 12)\%$ для $T_{Hr}^{(m)}$; $\pm(12 \div 33)\%$ для $F_{rr}^{(m)}$; $\pm(11 \div 22)\%$ для f_{xr} ; $\pm(0.3 \div 2)\%$ для f_{yr} ;

Большие значения погрешностей приводят еще большему отклонению $V^{(\Sigma)}$ от $V_0^{(\Sigma)}$.

Угол ν практически не зависит от погрешностей.

В заключении отметим, что при наличии погрешностей в передачах с контурами по ГОСТ 15023-76 и МН 4229-63 [2] относительное отклонение качественных показателей от их номинальных значений изменяется в тех же диапазонах, что и в рассмотренных выше передачах [3]. Вместе с тем передачи ДЛЗ характеризуются более высокими показателями работоспособности, чем передачи по ГОСТ 15023-76, т.к. обладают

существенно меньшим трением скольжения зубьев ($V^{(12)}$, $\eta^{(m)}$ и $\Omega^{(всрч)}$), несмотря на некоторое ухудшение условий образования масляного клина ($\Omega^{(кач)}$ и $V^{(\Sigma)}$). Передачи ОЛЗ-1,35 обладают также более высокими показателями работоспособности, чем передачи по МН 4229-63.

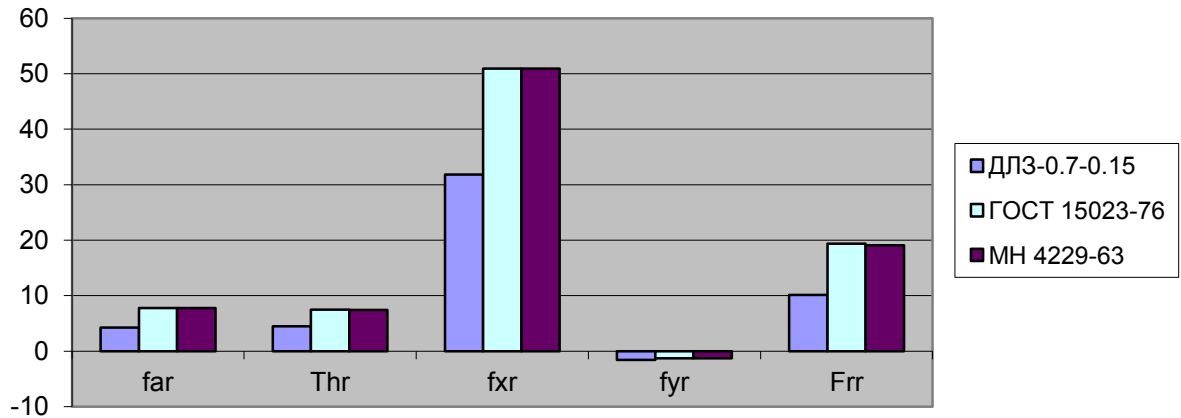


Рис.4 – Коэффициенты влияния погрешностей суммарной скорости движения АПЗ $V^{(\Sigma)}$

Вывод: в целом более высокими показателями работоспособности среди рассмотренных передач обладают передачи с исходными контурами ДЛЗ-1,0-0,15, ДЛЗ-0,7-0,15 и ОЛЗ-1,35.

Список литературы: 1. Гавриленко В.А. Зубчатые передачи в машиностроении. М.: Машгиз, 1962. 2. Павленко А.В., Федякин Р.В., Чесноков В.А. Зубчатые передачи с зацеплением Новикова. Киев: Техніка, 1978. 3. Грибанов В.М., Грибанова Ю.В. О методах исследования точности передач зацеплением // Вісник Східноукр. держ. ун-ту. – 2000. – №5(27). – С. 32-38. 4. Грибанов В.М., Малый Д.В., Фесенко Т.Н., Хмеловский А.Е. Сравнительный анализ зубчатых цилиндрических передач Новикова с арочным зубом // Вестник Национального Технического Университета (ХПИ). – 2001. – Вып. 13. – С. 43 - 51.