

В.В. Ерохин

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского

В статье излагается основная методика проектирования станочного приспособления с заданными параметрами качества и надежностью. Методика проектирования станочных приспособлений основывается на обеспечении таких эксплуатационных свойств приспособления как прочность, контактная прочность, усталостная прочность, жесткость, контактная жесткость, износостойкость, трение, виброустойчивость, зажимная способность, постоянство размеров. Основным критерием рационального проектирования приспособления является обеспечение заданной точности формообразования заготовки и минимальной погрешности установки заготовки в приспособлении. Решение задачи оптимизации параметров качества станочного приспособления проводится относительно критериев минимальности времени и себестоимости обеспечения проектных параметров станочного приспособления при его изготовлении.

**Ключевые слова:** Станочные приспособления, качество, точность, погрешность установки, эксплуатационные свойства.

**Введение.** Основными характеристиками качества станочных приспособлений (СП) являются их точность, надежность и виброустойчивость [1, 2]. Все эти показатели определяются эксплуатационными свойствами рабочих поверхностей деталей СП и их соединений. Для качественного проектирования СП необходимо учитывать одновременное влияние совокупности эксплуатационных свойств СП, погрешности установки заготовки в СП, параметров надежности СП параметры качества формообразования детали.

К наиболее важным эксплуатационным свойствам относятся прочность, контактная прочность, усталостная прочность, жесткость, контактная жесткость, износостойкость, трение, виброустойчивость, зажимная способность, постоянство размеров [2].

Погрешность установки заготовки в СП зависит как от вышеназванных эксплуатационных свойств СП, так и от параметров качества базированных и закрепляемых поверхностей обрабатываемой заготовки. При этом в погрешности установки заготовки необходимо учитывать не только погрешности, связанные с базированием, закреплением и положением заготовки, но и погрешности, вызванные вибрационными перемещениями обрабатываемой заготовки относительно режущего инструмента, а также от вибрационных колебаний контакта соединения между деталями СП или между заготовкой и установочными опорами СП.

Основными параметрами надежности СП являются его работоспособность (межремонтный период) и долговечность. Межремонтный период СП определяется относительно допустимого износа базированных поверхностей деталей СП и затянутых стыков СП. Это позволяет не только прогнозировать время вывода СП из эксплуатации, но и экономить материальные и трудовые ресурсы на поверочный контроль работоспособности СП.

**Основная часть.** Основным точностным параметром станочных приспособлений является обеспечение заданной точности линейных размеров обрабатываемых поверхностей заготовки, установленной в этом приспособлении. Основным условием обеспечения заданной точности линейных размеров обрабатываемых поверхностей заготовки является заданная точность размеров заготовки, получаемых в процессе формообразования заготовки, должна удовлетворять следующему условию [3]

$$ITA > \varepsilon_y + \omega_{cp,\varepsilon}, \quad (1)$$

где  $ITA$  – допуск на размер заготовки, мм;  $\varepsilon_y$  – погрешность установки заготовки, мм;  $\omega_{cp,\varepsilon}$  – средняя экономическая точность метода обработки, мм.

В формуле (1)  $ITA$ ,  $\omega_{cp,\varepsilon}$  являются заданными параметрами.

Погрешность установки заготовки  $\varepsilon_y$  определяется по формулам (2, а) и (2, б) в зависимости от того, каким образом осуществляется настройка режущего инструмента:

- настройка режущего инструмента осуществляется относительно поверхности или поверхностей закрепленной заготовки (или эталона)

$$\varepsilon_y = (\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_{30}^2)^{0,5} + \varepsilon_{3и} + \varepsilon_u + \varepsilon_{yc} + \varepsilon_c + \varepsilon_{вбр} + \varepsilon_{в.к.}; \quad (2, а)$$

- настройка режущего инструмента осуществляется относительно поверхности или поверхностей установочных опор или габаритов:

$$\varepsilon_y = \varepsilon_{\delta} + \varepsilon_{см} + \varepsilon_{3и} + \varepsilon_u + \varepsilon_{yc} + \varepsilon_c + \varepsilon_{вбр} + \varepsilon_{в.к.}, \quad (2, б)$$

где  $\varepsilon_{\delta}$  – погрешность базирования, мм;  $\varepsilon_{30}$  – основная случайная составляющая погрешности закрепления, мм;  $\varepsilon_{см}$  – закономерно изменяющаяся систематическая составляющая погрешности закрепления, определяемая максимальными деформациями (в том числе и контактными) измерительной поверхности в направлении выдерживаемого технологического размера, мм;  $\varepsilon_{3и}$  – закономерно изменяющаяся систематическая составляющая погрешности закрепления, связанная с изменением формы поверхности контакта установочного элемента при его износе, мм;  $\varepsilon_u$  – составляющая погрешности положения заготовки, вызванная износом установочных элементов, мм;  $\varepsilon_{yc}$  – составляющая погрешности положения заготовки, обусловленная неточностью изготовления приспособления, мм;  $\varepsilon_c$  – составляющая погрешности положения заготовки, обусловленная неточностью установки и фиксации приспособления на станке, мм;  $\varepsilon_{вбр}$  – погрешность, вызванная вибрационным перемещением обрабатываемой заготовки относительно режущего инструмента, мм;  $\varepsilon_{в.к.}$  – погрешность, обусловленная вибрационными колебаниями контакта соединения между деталями приспособления или заготовкой и установочными опорами, мм.

В тех случаях, когда постоянные систематические погрешности можно полностью устранить соответствующей настройкой станка, тогда

$$\varepsilon_y = (\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_{30}^2)^{0,5} + \varepsilon_{3и} + \varepsilon_u + \varepsilon_{вбр} + \varepsilon_{в.к.}; \quad (3, а)$$

$$\varepsilon_y = \varepsilon_{\delta} + \varepsilon_{см} + \varepsilon_{3и} + \varepsilon_u + \varepsilon_{вбр} + \varepsilon_{в.к.}. \quad (3, б)$$

В большинстве технологических случаев настройку режущего инструмента производят только от базирующих поверхностей установочных опор или настроечных поверхностей габаритов (установов). В этом случае рассмотрение процесса конструирования технологической оснастки проводим относительно формулы (3, б).

Проектными параметрами при проектировании и изготовлении станочного приспособления на этапе конструкторско-технологической подготовки производства являются параметры шероховатости, волнистости, макроотклонений, твердости, поверхностной твердости, структуры материала поверхностного слоя деталей станочных приспособлений.

Рассматривая формулу (3, б) относительно проектных параметров приспособления, можно определить, что погрешности  $\varepsilon_{\delta}$ ,  $\varepsilon_{3и}$  и  $\varepsilon_u$  не зависят от этих параметров. То есть при проектировании приспособления в зависимости от выбранных схем базирования и закрепления, а также от заданного значения допуска на износ и распределения этого износа базирующих поверхностей установочных опор значения погрешностей  $\varepsilon_{\delta}$ ,  $\varepsilon_{3и}$  и  $\varepsilon_u$  являются известными. На основе этого запишем следующее условие обеспечения заданной размерной точности обрабатываемой заготовки

$$IT_A - \omega_{ср.э} - \varepsilon_{\delta} - \varepsilon_{3и} - \varepsilon_u > \varepsilon_{см} + \varepsilon_{вбр} + \varepsilon_{в.к.}. \quad (4)$$

Левую часть неравенства (4), значение которой известно, обозначим через погрешность  $\Delta_{ср}$ , и получим

$$\Delta_{ср} = k_m(\varepsilon_{см} + \varepsilon_{вбр} + \varepsilon_{в.к.}), \quad (5)$$

где  $k_m$  – коэффициент запаса по точности ( $k_m \geq 1$ ).

В формуле (5) в направлении выдерживаемого технологического размера заготовки погрешность  $\varepsilon_{см}$  определяется контактной и объемной жесткостью,  $\varepsilon_{вбр}$  и  $\varepsilon_{в.к.}$  виброустойчивостью деталей приспособления. Учитывая, что основную долю деформаций (до 80%) составляют контактные деформации, и используя континуальную модель дискретного контакта, в этом случае объемные деформации не рассматриваем в расчетах, и погрешности расчетов по формуле (5) компенсируем вводом коэффициента  $k_{ж} = 1,15$  при погрешности  $\varepsilon_{см}$ .

$$\varepsilon_{см} = k_{ж}(y_{нл.1} + y_{нл.2} + y_{yn.1} + y_{yn.2}),$$

где  $y_{nl}$ ,  $y_{yn}$  – контактные сближения сопряжения соответственно пластическое и упругое; индексы 1 и 2 относятся соответственно к двум контактирующим телам;

$$y_{nl,1} = \left( \frac{NRp_1^{V_1} Wp_1^{V_{w1}} Hp_1^{V_{M1}}}{(c'k'\sigma_m)_{\min} Atm_1 tm_{w1} tm_{M1}} \right)^{\frac{1}{V_1+V_{w1}+V_{M1}}};$$

$$y_{nl,2} = \left( \frac{NRp_2^{V_2} Wp_2^{V_{w2}} Hp_2^{V_{M2}}}{(c'k'\sigma_m)_{\min} Atm_2 tm_{w2} tm_{M2}} \right)^{\frac{1}{V_2+V_{w2}+V_{M2}}};$$

$$y_{yn,1} = 2\pi c'k'_1 \sigma_{m1} Sm_1 \frac{(1-\mu_1^2)y_{nl,1}}{E_1 Ra_1};$$

$$y_{yn,2} = 2\pi c'k'_2 \sigma_{m2} Sm_2 \frac{(1-\mu_2^2)y_{nl,2}}{E_2 Ra_2},$$

где  $N$  – нормальная нагрузка в зоне контакта двух деталей, Н;  $Rp$ ,  $Wp$ ,  $Hp$  – высота сглаживания профиля соответственно шероховатости, волнистости, макроотклонения, мм;  $V$ ,  $V_w$ ,  $V_M$  – параметр начального участка опорной кривой соответственно шероховатости, волнистости, макроотклонения;  $c'$  – коэффициент стеснения материала;  $k'$  – степень упрочнения поверхностного слоя;  $tm$ ,  $tm_w$ ,  $tm_M$  – относительная длина опорной линии на уровне средней линии соответственно шероховатости, волнистости, макроотклонения;  $Sm$  – средний шаг неровностей профиля шероховатости, мм;  $E$  – модуль упругости первого рода, МПа;  $Ra$  – среднее арифметическое отклонение профиля шероховатости, мм;  $A$  – номинальная площадь контакта под нагрузкой  $N$ , мм<sup>2</sup>.

Методика определения погрешностей  $\varepsilon_{обр}$  и  $\varepsilon_{в,к}$  опубликована в работе [3, 4]. При этом следует заметить, что при условии рационального проектирования станочного приспособления, погрешность  $\varepsilon_{обр}$  равняется нулю, если сила, сдвигающая заготовку, менее допустимой сдвигающей силы  $F_{сд.дnc}$ . Рациональное проектирование приспособления должно вестись по следующим основным правилам: наибольшая нагрузка должна восприниматься главной базой (установочной или двойной направляющей); коэффициент запаса по силе зажима должен быть более 2,5 и менее 8,0; допустимое давление на опоры должно быть в соответствии с ГОСТ 13440-68 (опоры плоские), ГОСТ 17778-72 (опорные шайбы), ГОСТ 4743-68 (опорные пластины), ГОСТ 12195-66 (призмы опорные), ГОСТ 12197-66 (призмы опорные с боковым креплением) не более 40 МПа; минимальный коэффициент трения скольжения в зоне контакта не менее 0,05.

$$F_{сд.дnc} = \frac{p_{дnc} A f_{\varepsilon}}{k}, \text{ Н,}$$

где  $p_{дnc}$  – допустимая нагрузка на опору, МПа;  $f_{\varepsilon}$  – эффективный коэффициент трения [3];  $k$  – коэффициент запаса по силе зажима [4].

Если проанализировать градиенты влияний проектных параметров качества приспособлений на составляющие показатели точности станочного приспособления на этапе его конструирования, то можно заключить, что выбор или расчет проектных параметров носят многокритериальный характер (относительно эксплуатационных свойств), что обязывает конструктора технологической оснастки решать оптимизационные задачи по определению оптимальных параметров качества приспособления.

Для расчета оптимальных, эффективных и рациональных проектных параметров качества станочного приспособления и его деталей необходимо иметь набор математических зависимостей между параметрами точности приспособления и его проектными параметрами, а также между проектными параметрами качества приспособления и трудовыми затратами.

При этом под оптимальными проектными параметрами будем понимать параметры, значения которых дискретны и определяют заданные параметры точности приспособления (в нашем случае  $\Delta_{ср}$ ) при минимальных значениях трудовых затрат на изготовление приспособления или его деталей.

Эффективные параметры – это параметры, которые определяют минимумы значений  $\Delta_{cp}$  при непрерывных и дифференцируемых значениях проектных параметров.

Рациональные параметры – это параметры, которые определяют минимумы значений  $\Delta_{cp}$  при дискретных и не дифференцируемых значениях проектных параметров. Так при нормировании шероховатости ее параметры  $Ra$ ,  $Rz$  и  $R_{max}$  являются дискретными величинами, согласно соответствующим размерным рядам.

Точность обеспечения заданных параметров качества обрабатываемой заготовки зависит не только от погрешности установки заготовки в СП, но и от параметров качества деталей СП, а также от эксплуатационных свойств СП, в первую очередь от виброустойчивости, зажимной способности, контактной жесткости и износостойкости.

Такое переплетение взаимосвязанных характеристиками качества СП приводит к решению оптимизационной задачи с большим количеством неизвестных значений при ограниченном количестве математических формализаций, описывающих взаимосвязь требуемых параметров качества обрабатываемых поверхностей заготовки с параметрами качества СП. При этом задача оптимизации сталкивается с непрерывными и дискретными параметрами, такими как параметры шероховатости и волнистости. В этом случае при решении задач оптимизации наиболее рационально все непрерывные параметры качества, такие как предел прочности материала, твердость, остаточные напряжения и др., при водить к дискретным. В этом случае можно предложить: параметры прочности (предел прочности и условный предел текучести материала) и структуры материала изменяются по ряду R80 (ГОСТ 8032-84); шаговые параметры макроотклонений, волнистости по ряду R10; значения относительных опорных длин профиля геометрических составляющих рельефа поверхности по ряду R40. После приведения всех переменных параметров качества СП к дискретным значениям можно применить положения дискретной математики к поиску оптимального решения, например, относительно критерия минимальности времени и себестоимости обеспечения проектных параметров СП, при одновременном соблюдении условия обеспечения заданной точности и работоспособности СП.

Для решения задачи оптимизации параметров качества СП относительно критерия минимальности времени и себестоимости обеспечения проектных параметров СП необходима база данных математических формализаций, определяющих взаимосвязь параметров качества СП с режимами их обеспечения резанием. В этом случае необходимо ввести экспертный параметр оптимальности [6]

$$Kx_{ji} = (Tx_j \cdot Cx_j)_i,$$

где  $Kx_{ji}$  – экспертный параметр оптимальности по проектному параметру  $x_j$  (например,  $x_1 = Ra$ ,  $x_2 = Wz$  и т.д.) руб. · ч;  $Tx_j$  – время обеспечения проектного параметра детали СП, ч.;  $Cx_j$  – себестоимость обеспечения проектного параметра детали СП, руб.;  $i$  – значение дискретно изменяемого проектного параметра  $x_j$ .

Принимая вид зависимости между проектными параметрами качества СП и трудовыми затратами, необходимыми для их обеспечения, экспоненциальный, экспертный параметр оптимальности имеет вид

$$Kx_{ji} = \frac{Kx_{j.\varepsilon m1} \ln\left(\frac{x_{j.\varepsilon m1}}{x_{j.\varepsilon m2}}\right) + (Kx_{j.\varepsilon m1} - Kx_{j.\varepsilon m2}) \ln\left(\frac{x_{ji}}{x_{j.\varepsilon m2}}\right)}{\ln\left(\frac{x_{j.\varepsilon m1}}{x_{j.\varepsilon m2}}\right)},$$

где  $Kx_{j.\varepsilon m1}$ ,  $Kx_{j.\varepsilon m2}$  – экспертные параметры оптимальности по проектному эталонному параметру  $x_j$  соответственно при первом и втором эталонных значениях  $x_j$  (определяются из условий конкретного производства изготовления приспособлений или по методу экспертных оценок) руб. · ч;  $x_{j.\varepsilon m1}$ ,  $x_{j.\varepsilon m2}$  – эталонные значения проектных параметров по которым определяются соответствующие им значения  $Tx_j$  и  $Cx_j$ , тем самым и  $Kx_{j.\varepsilon m1}$ ,  $Kx_{j.\varepsilon m2}$ ;  $x_{ji}$  – проектный параметр качества приспособления при каком-либо значении  $i$ .

Эффективные параметры определяются путем решения систем уравнений частных производных, приравненных к нулю, от переменных уравнений, определяющих взаимосвязь характеристик точности приспособления  $\Delta_{cp}$  с проектными параметрами. Также эти параметры можно определить с использованием метода наискорейшего спуска.

Рациональные параметры могут быть определены только при использовании генетических алгоритмов.

Оптимальные параметры определяются по следующей методике.

1. Формируются ряды проектных параметров ( $Ra$  – среднее арифметическое отклонение профиля шероховатости;  $S_m$  – средний шаг неровностей профиля шероховатости;  $t_m$  – относительная опорная длина профиля шероховатости на уровне средней линии;  $v$  – параметр начального участка опорной кривой;  $Wz$  – среднее арифметическое значение из пяти значений высоты волнистости;  $S_{mw}$  – средний шаг волнистости;  $H_{max}$  – максимальное макроотклонение формы и расположения поверхности).

Числовые параметры  $Ra$  (мкм) изменяются в соответствии с ГОСТ 2789-2003 по ряду R10 со знаменателем геометрической прогрессии 1,25: 0,008; 0,010; 0,012; 0,016; 0,020; 0,025; 0,032; 0,040; 0,050; 0,063; 0,080; 0,100; 0,125; 0,16; 0,20; 0,25; 0,32; 0,40; 0,50; 0,63; 0,80; 1,00; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100.

Числовые шаговые параметры  $S_m$  (мм) в соответствии с ГОСТ 2789-2003 изменяются по ряду R10: 0,002; 0,003; 0,004; 0,005; 0,006; 0,008; 0,010; 0,012; 0,016; 0,020; 0,025; 0,032; 0,040; 0,050; 0,063; 0,080; 0,100; 0,125; 0,16; 0,20; 0,25; 0,32; 0,40; 0,50; 0,63; 0,80; 1,00; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5.

При технологическом обеспечении параметров шероховатости  $Ra$  и  $S_m$  параметр  $t_m$  находится в пределах 0,30...0,70 со знаменателем геометрической прогрессии 1,11 (надежность обеспечения параметра для точения, шлифования и фрезерования в пределах 90%). В этом случае числовые значения параметра  $t_m$  изменяются по ряду R40 (знаменатель геометрической прогрессии 1,06) в соответствии с ГОСТ 8032-84. Также параметры опорных кривых волнистости и макроотклонений аналогичны по геометрической сущности параметрам шероховатости. Отсюда следует, что параметры  $t_m$  могут принимать следующие числовые значения: 0,300; 0,315; 0,335; 0,355; 0,375; 0,400; 0,425; 0,450; 0,475; 0,500; 0,530; 0,560; 0,600; 0,630; 0,670; 0,710.

Параметр  $v$  в зависимости от методов обработки резанием заготовок находится в пределах 1,05...2,4 и изменяется с минимальным знаменателем геометрической прогрессии 1,027. По ряду R80, имеющий знаменатель геометрической прогрессии 1,03, числовые значения параметра  $v$  изменяются как: 1,000; 1,030; 1,060; 1,09; 1,12; 1,15; 1,18; 1,20; 1,25; 1,30; 1,32; 1,36; 1,40; 1,45; 1,50; 1,55; 1,60; 1,65; 1,70; 1,75; 1,80; 1,85; 1,9; 1,96; 2,00; 2,06; 2,12; 2,18; 2,24; 2,30; 2,36; 2,4.

Числовые параметры волнистости  $Wz$  (мкм) нормируются согласно РС 3951-73, учитывая ближайший и совпадающий ряд предпочтительных чисел R10, имеем: 0,100; 0,125; 0,16; 0,20; 0,25; 0,32; 0,40; 0,50; 0,63; 0,80; 1,00; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100.

Между высотными и шаговыми параметрами волнистости при некоторых видах механической обработки существует детерминированная зависимость, и тем самым можно утверждать, что числовые значения параметра  $S_{mw}$  (мм) изменяются по ряду R10 в пределах 0,2...15 мм: 0,20; 0,25; 0,32; 0,40; 0,50; 0,63; 0,80; 1,00; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0.

Базовый ряд числовых значений допусков формы и расположения поверхностей и тем самым параметра  $H_{max}$  (мкм) нормируется ГОСТ 24643-81 в виде ряда: 0,1; 0,12; 0,16; 0,2; 0,25; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; 2,5; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10; 12; 16; 20; 25; 40; 50; 60; 80; 100; 120; 160; 200; 250; 400; 500; 600; 800; 1000; 1200; 1600; 2000; 2500; 4000; 5000; 6000; 8000; 10000; 12000; 16000.

Параметры прочности (предел прочности и условный предел текучести материала) изменяются по ряду R80 и т.д.

2. Проводится ранжирование параметров  $x_{ji}$  относительно возрастающего параметра  $Kx_{ji}$  в вектор-столбец.

3. Методом рекурсионного перебора, начиная с элемента вектора-столбца, имеющего наименьшее значение параметра  $Kx_{ji}$ , определяются первые (оптимальные) значения параметров  $x_{ji}$ , которые удовлетворяют требованиям точности приспособления.

Данная методика по определению оптимальных проектных параметров качества приспособления позволяет снизить временные затраты на расчет этих параметров в 100...800 раза по сравнению с итерационным процессом, построенным без ранжирования проектных параметров по критерию  $Kx_{ji}$ .

Что же касается нахождения эффективных и рациональных проектных параметров качества приспособления, то при числе проектных переменных более шести и, учитывая нелинейные их взаимосвязи с параметрами точности приспособления, этот процесс является очень затратным по времени. Например, расчет проектных параметров  $Ra$ ,  $S_m$ ,  $t_m$ ,  $Wz$ ,  $S_{mw}$ ,  $H_{max}$ ,  $\sigma_m$ ,  $\sigma_v$  (предел прочности на сжатие),  $\mu$  (коэффициент Пуассона),  $HB$  (твердость материала),  $D_{кр}$  (размер кристаллита (зерна) материала),  $\rho_d$  (плотность дислокационных петель материала),  $\sigma_{ост}$  (остаточные напряжения поверхностного слоя),  $H_{\mu 0}$  (микротвердость поверхностного слоя) занимает порядка 125,2 часа по расчету эффективных и 14,3 часа рациональных проектных параметров качества приспособления. При этом достоверности найденных значений этих параметров находится в пределах от 60 до 88% для различных алгоритмов наискорейшего спуска и 70...94% при использовании генетических алгоритмов. Расчеты проводились в математических программах с математическим ядром Maple и Mathematica.

**Заключение.** Такой подход к проектированию СП требует наличия автоматизированных систем на базе математических процессоров, пополняемой базы знаний в области эксплуатационных свойств СП в виде математических зависимостей, а также базы знаний взаимосвязей параметров качества деталей СП с режимами резания. Решениями такого проектирования являются не только параметры качества СП, которые необходимо отразить в конструкторско-технологической документации на СП, но и режимы обработки деталей СП их обеспечивающие с минимальной себестоимостью и максимальной производительностью.

### Список литературы

1. Ерохин, В.В. Влияние процесса релаксации напряжений на параметры станочных и контрольных приспособлений / В.В. Ерохин, В.В. Камынин // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2015. - № 1. – С. 20-24. URL: <http://ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2015-N1/2015-01-05.pdf>.

2. Ерохин, В.В. Инженерия поверхностей деталей станочных приспособлений / В.В. Ерохин // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2015. - № 2. – С. 9-15. URL: <http://ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2015-N2/2015-01-03.pdf>.

3. Ерохин, В.В. Динамический эффективный коэффициент трения при вибрации станочных приспособлений / В.В. Ерохин // Вестник машиностроения. – 2006. - №11. – С. 45-48.

4. Ерохин, В.В. Виброустойчивость технических объектов / В.В. Ерохин, В.Б. Ильицкий // Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева. - 2007. – №1. – С. 44-47.

5. Ильицкий, В.Б. Проектирование технологической оснастки / В.Б. Ильицкий, В.В. Ерохин В.В. – Брянск: БГТУ, 2006. – 123 с.

6. Ерохин, В.В. Метод решения оптимизационной задачи с дискретными и непрерывными переменными / В.В. Ерохин // Вестник Брянского государственного университета. – 2012. - №4. – С.16-19.

### Сведения об авторе

Ерохин Виктор Викторович - доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Автоматизированные информационные системы и технологии» ФГБОУ ВПО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», [erohinvv@mail.ru](mailto:erohinvv@mail.ru).

## BASIC ASPECTS DESIGN OF MACHINE-TOOL ADAPTATIONS

V.V. Erokhin

Academician I.G. Petrovskii Bryansk State University

In article the technique of design of the machine-tool accessories with the set parameters of quality and reliability is stated the main. The technique of design of machine-tool accessories is based on ensuring such operational properties of the machine-tool accessories as durability, contact durability, fatigue durability, rigidity, contact rigidity, wear resistance, friction, vibrostability, tightening ability, constancy of the sizes. The main criterion of rational design of the machine-tool accessories is ensuring the set accuracy of a shaping of preparation and the minimum error of installation of preparation in the adaptation. The solution of a problem of optimization of parameters of quality of the machine-tool accessories is passed concerning criteria of a minimality of time and cost of ensuring design parameters of the machine-tool accessories at its production.

**Keywords:** machine-tool accessories, quality, accuracy, installation error, operational properties.

### References

1. Erokhin V.V., Kamynin V.V. The effect of stress relaxation on the parameters of machining and inspection tooling, *Nauchno-tekhnicheskiy vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, No.1, pp. 20-24. Available: <http://ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2015-N1/2015-01-05.pdf>.
2. Erokhin V.V. Engineering of surfaces of details of machine tool adaptations, *Nauchno-tekhnicheskiy vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, No.2, pp. 9-15. Available: <http://ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2015-N2/2015-02-03.pdf>.
3. Erokhin V.V. The dynamic effective coefficient of friction at vibration machine-tool adaptations, *Russian Engineering Research*, 2006, No.11, pp. 45-48.
4. Erokhin V.V., Ilitskiy V.B. Vibration resistance of technical objects, *Vestnik Rybinskoy gosudarstvennoy aviatsionnoy tekhnologicheskoy akademii*, 2007, No.1, pp. 44-47.
5. Ilitskiy V.B., Erokhin V.V. *Proektirovanie tekhnologicheskoy osnastki* [Design of machining attachments]. Bryansk, BSTU, 2006. 123 p.
6. Erokhin V.V. A method for solving optimization problems with discrete and continuous variables, *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2012, No.4, pp. 16-19.

### Author' information

Viktor V. Erokhin - Doctor of Technical Sciences, Professor at Academician I.G. Petrovskii Bryansk State University, [erohinvv@mail.ru](mailto:erohinvv@mail.ru).