Чигрик Н.Н., Количественная оценка неопределенности среднего зазора и натяга в сопряжениях одноименных промежуточных и крайних размерных групп, *Comp. nanotechnol.*, 2023, том 10, выпуск 1, 11–29

https://www.mathnet.ru/cn399

1.2.2 ***МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ***

MATHEMATICAL MODELING, NUMERICAL METHODS AND COMPLEX PROGRAMS

DOI: 10.33693/2313-223X-2023-10-1-11-29

Количественная оценка неопределенности среднего зазора и натяга в сопряжениях одноименных промежуточных и крайних размерных групп

Н.Н. Чигрик ©

Омский государственный университет имени Ф.М. Достоевского,
г. Омск, Российская Федерация

E-mail: chigrik2014@gmail.com

Аннотация. Основной результат исследования связан с выводом обладающих новизной аналитических зависимостей нахождения количественной оценки неопределенности среднего зазора и натяга в сопряжениях одноименных промежуточных и крайних размерных групп, случайного рассеивания среднего размера относительно верхней и нижней приемочных границ на интервалах допусков действительных размеров промежуточных и крайних размерных групп. Наличие погрешности измерений, случайное рассеивание действительных размеров с отклонением формы реальной поверхности или профиля с разбиением допусков действительных размеров на равное число размерных групп оказывает влияние на достоверность результатов измерений и контроля деталей при комплектовании и подборе сортировкой их на равное число размерных групп и с появлением на интервалах допусков действительных размеров промежуточных и крайних размерных групп областей вероятностных ошибок первого и второго рода в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными и некоторых годных деталей бракованными приводит к случайному рассеиванию среднего зазора и натяга в сопряжениях одноименных промежуточных и крайних размерных групп, смещениям центров группирования допусков действительных размеров промежуточных и крайних размерных групп по отношению к середине допуска действительных размеров, невозможности применения всех поступивших на сборку деталей при комплектовании и подборе сортировкой их на равное число размерных групп.

Ключевые слова: неполная взаимозаменяемость, подбор деталей, селективная сборка, средний размер, доверительный интервал, вероятностный средний зазор, вероятностный средний натяг, погрешность формы

ССЫЛКА НА СТАТЬЮ: Чигрик Н.Н. Количественная оценка неопределенности среднего зазора и натяга в сопряжениях одноименных промежуточных и крайних размерных групп // Computational Nanotechnology. 2023. Т. 10. № 1. С. 11–29. DOI: 10.33693/2313-223X-2023-10-1-11-29

DOI: 10.33693/2313-223X-2023-10-1-11-29

A Quantitative Estimation of the Uncertainty of the Average Clearance and Interference in the Conjugations of the Eponymous Intermediate and Extreme Dimensional Groups

N.N. Chigrik ©

Dostoevsky Omsk State University,
Omsk, Russian Federation

E-mail: chigrik2014@gmail.com

Abstract. The main result of the study is related to the conclusion having novelty of the analytical dependencies of finding a quantitative estimate of the uncertainty of random scattering of the average clearance and interference in the conjugations of the eponymous intermediate and extreme dimensional groups, the random scattering of the average size relative to the upper and lower acceptance boundaries at the tolerances intervals of the actual sizes of intermediate and extreme dimensional groups. The presence of measurement errors, random scattering of actual dimensions with a deviation of the shape of the real surface or profile with the splitting of the tolerances of actual dimensions into an equal number of dimensional groups has an impact on the reliability of measurement results and control of parts when completing and selecting by sorting them into an equal number of dimensional groups and with the appearance on the tolerances intervals of the actual sizes of intermediate and extreme dimensional groups of areas of probabilistic errors of the first and second kind in the case of an erroneous ecceptance of some defective parts as suitable and some of the suitable parts defective leads to random scattering of the average clearance and interference in the conjugations of the eponymous intermediate and extreme dimensional groups, displacements of the grouping centers of the tolerances of the actual dimensions of intermediate and extreme dimensional groups with respect to the middle of the tolerance of the actual dimensions, impossible to use all received for assembly of the parts when completing and selecting by sorting them into an equal number of dimensional groups. The main result of the study is related to the conclusion having novelty of the analytical dependencies of finding a quantitative estimate of the uncertainty of random scattering of the average clearance and interference in the conjugations of the eponymous intermediate and extreme dimensional groups, the random scattering of the average size relative to the upper and lower acceptance boundaries at the tolerances intervals of the actual sizes of intermediate and extreme dimensional groups.

Key words: incomplete interchangeability, selection of parts, selective assembly, the average size, confidence interval, probabilistic average clearance, probabilistic average interference, error of the shape

FOR CITATION: Chigrik N.N. A Quantitative Estimation of the Uncertainty of the Average Clearance and Interference in the Conjugations of the Eponymous Intermediate and Extreme Dimensional Groups. *Computational Nanotechnology*. 2023. Vol. 10. No. 1. Pp. 11–29. (In Rus.) DOI: 10.33693/2313-223X-2023-10-1-11-29

ВВЕДЕНИЕ

Точность измерений оценивается по отклонению измеряемой величины от его истинного значения, то есть погрешностью при условии, что истинное значение измеряемой величины, как правило, неизвестно и в качестве такового принимается среднее арифметическое значение – номинальная величина по результатам проведения более точных измерений. Точность измерений геометрических величин деталей при комплектовании и подборе сортировкой их на равное число размерных групп зависит от точности применяемых универсальных средств измерений, а необходимым условием их выбора и назначения допускаемой погрешности измерений δ является определение предельных размеров, по которым производится приемочный контроль и прогнозирование вероятностного появления погрешностей разбраковки при комплектовании и подборе деталей сортировкой их на равное число размерных групп – процентного соотношения неправильно принятых α_{1_k}, неправильно забракованных деталей β_{1_k} на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ допусков действительных размеров k-х промежуточных и крайних размерных групп, появление которых из-за случайного рассеивании среднего зазора или натяга $Sc_k(Nc_k)$ в сопряжениях одноименных k-х промежуточных и крайних размерных групп, смещений центров группирования $Em_k(\bar{x}_{0_k}, \sigma_{\sum\Delta\bar{x}_k})$ допусков действительных размеров k-х промежуточных и крайних размерных групп по отношению к середине допуска $Ec(IT)$ действительных размеров приводит к невозможности применения всех поступивших на сборку деталей при комплектовании и подборе сортировкой их на равное число размерных групп.

Проблема обеспечения качества сборки по точности геометрических характеристик деталей при комплектовании и подборе сортировкой их на равное число размерных групп широко обсуждается исследователями. Среди последних публикаций интерес представляют работы по обеспечению качества сборки деталей [Ghandi, Masehian, 2015; Laurent, Rouetbi, Anselmetti, 2018; Noppachai Saivaew, Suthep Batdee, 2020], в том числе деталей цилиндро-поршневой группы [Kannan, Pandian, 2021], приоритетности выбора селективной сборки при отсутствии точной обработки сменных деталей [Caputo, Di Salvo, 2019], точности сборки подшипников качения, как высоконагруженных узлов при их размещении на валу [Сорокин, Колтунов, 2015], надежности синхронизаторов коробок передач [Häggström, Sellgren, Björklund, 2018].

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Цель работы заключается в нахождении количественной оценки неопределенности среднего зазора и натяга $Sc_k(Nc_k)$ в сопряжениях в поступивших на сборку партиях деталей одноименных k-х промежуточных и крайних размерных групп. Задача работы состоит в выявлении пределов неопределенности среднего зазора и натяга в сопряжениях одноименных k-х промежуточных и крайних размерных групп с расхождением разностей среднего размера относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ допусков действительных размеров k-х промежуточных и крайних размерных групп.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основной результат исследования базируется на подтвержденном патентом Российской Федерации способе сборки [Пат. 2744306, 2021] и связан с выводом обладающих новизной аналитических зависимостей (1)–(13) нахождения количественной оценки неопределенности среднего зазора и натяга $Sc_k(Nc_k)$ в сопряжениях одноименных k-х промежуточных и крайних размерных групп, случайного рассеивания среднего размера относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ допусков действительных размеров k-х промежуточных и крайних размерных групп.

Рассеивание измеряемой величины относительно ее среднего арифметического значения определяется средней квадратической погрешностью отдельного измерения. Вследствие того, что «случайная величина $x \in N(\bar{x}, \sigma)$ не принимает значений, которые бы по абсолютной величине отличались более чем 3σ от среднего арифметического $\bar{x}$ в пределах границ доверительного интервала

$$\bar{x} - t\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \le x \le \bar{x} + t\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\text{»}$$

[Пат. 2744306, 2021], надежность α распределенной по закону Гаусса плотности вероятности совокупности средней $p(\mu, \sigma_{\Delta\bar{x}}, \bar{x}_0)$ из композиции однородных выборочных совокупностей $p_1(\mu_1, \sigma_{\max}, \bar{x}_{\max})$, $p_2(\mu_2, \sigma_{\min}, \bar{x}_{\min})$ результатов измерений наибольшего и наименьшего размеров размерного элемента с объемом выборок n_1, n_2 в партии деталей N с заданной точности в ε-окрестности

$$\alpha = P\left(\left|x - \bar{x}_0\right| \le \varepsilon\right) =$$

$$= \int_{\bar{x}_0 - \varepsilon}^{\bar{x}_0 + \varepsilon} \frac{1}{\sigma_{\Delta\bar{x}}\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x}_0)^2}{2\sigma_{\Delta\bar{x}}^2}} \mathrm{d}x = 2\Phi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma_{\bar{x}}\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}\right),$$

где $\sigma_{\Delta\bar{x}}$ – эмпирическая дисперсия разности $\Delta\bar{x} = \bar{x}_{\max} - \bar{x}_{\min}$ средних арифметических $\bar{x}_{\max}$, $\bar{x}_{\min}$ однородных выборочных совокупностей $p_1(\mu_1, \sigma_{\max}, \bar{x}_{\max})$, $p_2(\mu_2, \sigma_{\min}, \bar{x}_{\min})$ результатов измерений наибольшего и наименьшего размеров с объемом выборок n_1, n_2 в партии деталей N,

$$\sigma_{\Delta\bar{x}} = \sigma_{\bar{x}}\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}};$$

$\sigma_{\bar{x}}$ – эмпирическая дисперсия генеральной совокупности средней $p(\mu, \sigma_{\Delta x}, \bar{x}_0)$ из композиции однородных выборочных совокупностей $p_1(\mu_1, \sigma_{\max}, \bar{x}_{\max})$, $p_2(\mu_2, \sigma_{\min}, \bar{x}_{\min})$ результатов измерений наибольшего и наименьшего размеров размерного элемента с объемом выборок n_1, n_2 в партии деталей N,

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_1}\left(x_{\max_i} - \bar{x}_{\max}\right)^2 + \sum_{j=1}^{n_2}\left(x_{\min_j} - \bar{x}_{\min}\right)^2}{n_1 + n_2 - 2}};$$

$\bar{x}_{\max}$, $\bar{x}_{\min}$ – средние арифметические однородных выборочных совокупностей $p_1(\mu_1, \sigma_{\max}, \bar{x}_{\max})$, $p_2(\mu_2, \sigma_{\min}, \bar{x}_{\min})$ результатов измерений наибольшего и наименьшего размеров размерного элемента с объемом выборок n_1, n_2 в партии деталей N,

$$\bar{x}_{\max} = \frac{1}{n_1}\sum_{i=1}^{n_1} x_{\max_i}; \quad \bar{x}_{\min} = \frac{1}{n_2}\sum_{j=1}^{n_2} x_{\min_j}.$$

Очевидно, что доверительная вероятность α случайного рассеивания среднего размера в пределах доверительного интервала $P(\bar{x} - \Delta\bar{x}_{\max} \le x \le \bar{x} + \Delta\bar{x}_{\min}) = \alpha$ возникает от расхождения разностей среднего размера $\Delta\bar{x}_{\max} = |\bar{x}_{\max} - \bar{x}_0|$, $\Delta\bar{x}_{\min} = |\bar{x}_0 - \bar{x}_{\min}|$ на интервалах $(-\varepsilon, \bar{x}_0]$, $[\bar{x}_0, +\varepsilon)$ допусков действительных размеров относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_{\max}$, $\bar{x}_{\min}$, поскольку «средний размер, как систематическая составляющая измеряемой величины определяет положение координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров, от которой в симметричном отношении задается случайное рассеивание действительных размеров, исходя из подчиненности нормальному закону случайного рассеивания размеров» [Чигрик, 2022].

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРЕДЕЛОВ СЛУЧАЙНОГО РАССЕИВАНИЯ СРЕДНЕГО ЗАЗОРА И НАТЯГА В СОПРЯЖЕНИЯХ ОДНОИМЕННЫХ *k*-х ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РАЗМЕРНЫХ ГРУПП, СЛУЧАЙНОГО РАССЕИВАНИЯ СРЕДНЕГО РАЗМЕРА НА ИНТЕРВАЛАХ КАК ВЫШЕ, ТАК И НИЖЕ КООРДИНАТЫ СЕРЕДИНЫ ДОПУСКА *EC*(*IT*) ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ *k*-Й ИЗ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РАЗМЕРНЫХ ГРУПП

Расхождение разностей среднего размера $\Delta\bar{x}_i = |\bar{x}_i, \bar{x}_{0_k}|$, $\Delta\bar{x}_{(i-1)} = |\bar{x}_{0_k}, \bar{x}_{(i-1)}|$ относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп в сравнении со средним арифметическим $\bar{x}_{0_k}$ распределенной по закону Гаусса плотности вероятности совокупности средней $p(\mu_k, \sigma_{\Delta\bar{x}_k}, \bar{x}_{0_k})$ из композиции однородных выборочных совокупностей $p_{1_k}(\mu_{1_k}, \sigma_{\max_k}, \bar{x}_{\max_k})$, $p_{2_k}(\mu_{2_k}, \sigma_{\min_k}, \bar{x}_{\min_k})$ результатов измерений наибольшего и наименьшего размеров размерного элемента с объемом выборок n_{1_k}, n_{2_k}в партии деталей N_k k-й из промежуточных размерных групп, средних арифметических $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ распределенных с точностью в ε_k-крестности по нормальному закону однородных выборочных совокупностей $p_{1_k}(\mu_{1_k}, \sigma_{\max_k}, \bar{x}_{\max_k})$, $p_{2_k}(\mu_{2_k}, \sigma_{\min_k}, \bar{x}_{\min_k})$ результатов измерений наибольшего и наименьшего размеров размерного элемента со средними квадратическими отклонениями

$$\sigma_{\max_k} = \frac{\sum_{s=1}^{n_{1_k}} \left(x_{\max_s} - \bar{x}_i\right)^2}{\sqrt{n_{1_k}}};$$

$$\sigma_{\min_k} = \frac{\sum_{j=1}^{n_{2_k}} \left(x_{\min_j} - \bar{x}_{(i-1)}\right)^2}{\sqrt{n_{2_k}}}$$

и совпадающими с верхней и нижней приемочными границами $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ мгновенными центрами рассеивания $a_{\bar{x}_i}$, $a_{\bar{x}(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп

$$P\left|\Delta\bar{x}_i - \Delta\bar{x}_{(i-1)}\right| \geq \varepsilon_k =$$

$$= \int_{-\infty}^{\varepsilon_k - \bar{x}_{0_k}} \frac{1}{\sigma_{\min_k}\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\left(x-\bar{x}_{(i-1)}\right)^2}{2\sigma_{\min_k}{}^2}} \mathrm{d}x + \int_{\bar{x}_{0_k}-\varepsilon_k}^{\infty} \frac{1}{\sigma_{\max_k}\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\left(x-\bar{x}_i\right)^2}{2\sigma_{\max_k}{}^2}} \mathrm{d}x =$$

$$= 1 - \left(\int_0^{\varepsilon_k - \bar{x}_{0_k}} \frac{1}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}}\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\left(x-\bar{x}_{0_k}-\bar{x}_{(i-1)}\right)^2}{2\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}}{}^2}} \mathrm{d}x + \right. \tag{1}$$

$$\left. + \int_0^{\bar{x}_{0_k}-\varepsilon_k} \frac{1}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_k}}\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\left(x-\bar{x}_{0_k}-\bar{x}_i\right)^2}{2\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_k}}{}^2}} \mathrm{d}x \right) =$$

$$= 1 - \left(\Phi\left(\frac{\varepsilon_k - \bar{x}_{0_k}}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}}}\right) + \Phi\left(\frac{\bar{x}_{0_k} - \varepsilon_k}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_k}}}\right) \right) \in$$

$$\in \left(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}\right] \cap \left[\bar{x}_{0_k} + \varepsilon_k\right) \Leftrightarrow \alpha_{1_k} \cup \beta_{1_k}, \ \forall n_{1_k}, \ n_{2_k} \in N_k,$$

где $\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}1_k}$ – эмпирическая дисперсия разности $\Delta\bar{x}_k = \bar{x}_i - \bar{x}_{(i-1)}$ средних арифметических $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ однородных выборочных совокупностей $p_{1_k}(\mu_{1_k}, \sigma_{\max_k}, \bar{x}_{\max_k})$, $p_{2_k}(\mu_{2_k}, \sigma_{\min_k}, \bar{x}_{\min_k})$ результатов измерений наибольшего и наименьшего размеров размерного элемента с объемом выборок n_{1_k}, n_{2_k} в партии деталей N_k k-й из промежуточных размерных групп и наблюдаемого расхождения разности среднего размера $\Delta\bar{x}_i = |\bar{x}_i - \bar{x}_{0_k}|$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп в сравнении со средним арифметическим $\bar{x}_i$ однородной выборочной совокупности $p_{1_k}(\mu_{1_k}, \sigma_{\max_k}, \bar{x}_{\max_k})$ результатов измерений наибольшего размера размерного элемента со средним квадратическим отклонением

$$\sigma_{\max_k} = \frac{\sum_{s=1}^{n_{1_k}} \left(x_{\max_s} - \bar{x}_i\right)^2}{\sqrt{n_{1_k}}}$$

и совпадающим с верхней приемочной границей $\bar{x}_i$ мгновенным центром рассеивания $a_{\bar{x}_i}$ k-й из промежуточных размерных групп, среднего арифметического $\bar{x}_{0_k}$ распределенной по закону Гаусса плотности вероятности совокупности средней $p(\mu_k, \sigma_{\Delta\bar{x}_k}, \bar{x}_{0_k})$ из композиции однородных выборочных совокупностей $p_{1_k}(\mu_{1_k}, \sigma_{\max_k}, \bar{x}_{\max_k})$, $p_{2_k}(\mu_{2_k}, \sigma_{\min_k}, \bar{x}_{\min_k})$ результатов измерений наибольшего и наименьшего размеров размерного элемента с объемом выборок n_{1_k}, n_{2_k} в партии деталей N_k k-й из промежуточных размерных групп,

$$\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_k}} = \sqrt{\sigma^2_{\Delta\bar{x}_k} + \sigma^2_{\max_k}};$$

$\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}}$ – эмпирическая дисперсия разности $\Delta\bar{x}_k = \bar{x}_i - \bar{x}_{(i-1)}$ средних арифметических $\bar{x}, \bar{x}_{(i-1)}$ однородных выборочных совокупностей $p_{1_k}(\mu_{1_k}, \sigma_{\max_k}, \bar{x}_{\max_k})$, $p_{2_k}(\mu_{2_k}, \sigma_{\min_k}, \bar{x}_{\min_k})$ результатов измерений наибольшего и наименьшего размеров размерного элемента с объемом выборок n_{1_k}, n_{2_k} в партии деталей N_k k-й из промежуточных размерных групп и наблюдаемого расхождения разности среднего размера $\Delta\bar{x}_{(i-1)} = |\bar{x}_{0_k} - \bar{x}_{(i-1)}|$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп в сравнении со средним арифметическим $\bar{x}_{0_k}$ распределенной по закону Гаусса плотности вероятности совокупности средней $p(\mu_k, \sigma_{\Delta\bar{x}_k}, \bar{x}_{0_k})$ из композиции однородных выборочных совокупностей $p_{1_k}(\mu_{1_k}, \sigma_{\max_k}, \bar{x}_{\max_k})$, $p_{2_k}(\mu_{2_k}, \sigma_{\min_k}, \bar{x}_{\min_k})$ результатов измерений наибольшего и наименьшего размеров размерного элемента с объемом выборок n_{1_k}, n_{2_k} в партии деталей N_k k-й из промежуточных размерных групп, среднего арифметического $\bar{x}_{(i-1)}$ однородной выборочной совокупности $p_{2_k}(\mu_{2_k}, \sigma_{\min_k}, \bar{x}_{\min_k})$ результатов измерений наименьшего размера размерного элемента со средним квадратическим отклонением

$$\sigma_{\min_k} = \frac{\sum_{j=1}^{n_{2_k}} \left(x_{\min_j} - \bar{x}_{(i-1)}\right)^2}{\sqrt{n_{2_k}}}$$

и совпадающим с нижней приемочной границей $\bar{x}_{(i-1)}$ мгновенным центром рассеивания $a_{\bar{x}_{(i-1)}}$ k-й из промежуточных размерных групп,

$$\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}} = \sqrt{\sigma^2_{\Delta\bar{x}_k} + \sigma^2_{\min_k}};$$

α_{1_k} – область вероятностной ошибки первого рода в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными (α_{1_k}), возникающая с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_{(i-1)} = |\bar{x}_{0_k} - \bar{x}_{(i-1)}|$ относительно нижней из приемочных границ $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп,

$$\alpha_{1_k} = 0{,}5 - \Phi\left(\frac{\varepsilon_k - \bar{x}_{0_k}}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}}}\right);$$

β_{1_k} – область вероятностной ошибки второго рода в случае ошибочного принятия некоторых годных деталей бракованными (β_{1_k}), возникающая с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_i = |\bar{x}_i - \bar{x}_{0_k}|$ относительно верхней из приемочных границ $\bar{x}_i$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп,

$$\beta_{1_k} = 0{,}5 - \Phi\left(\frac{\bar{x}_{0_k} - \varepsilon_k}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_k}}}\right).$$

Из выражения (1) следует, что вероятностная ошибка первого рода в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными (α_{1_k}) на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ допусков действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп задает предел одностороннего, выше координаты середины допуска $Ec_k(IT)$ действительных размеров случайного смещения среднего размера k-й из промежуточных размерных групп, возникает с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_{(i-1)} = |\bar{x}_{0_k} - \bar{x}_{(i-1)}|$ относительно нижней из приемочных границ $\Delta\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп.

Вероятностная ошибка второго рода в случае ошибочного принятия некоторых годных деталей бракованными (β_{1_k}) на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ допусков действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп задает предел одностороннего, ниже координаты середины допуска $Ec_k(IT)$ действительных размеров случайного смещения среднего размера k-й из промежуточных размерных групп, возникает с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_i = |\bar{x}_i - \bar{x}_{0_k}|$ относительно верхней из приемочных границ $\bar{x}_i$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп.

Расхождение разностей среднего размера $\Delta\bar{x}_i = |\bar{x}_i - \bar{x}_{0_k}|$, $\Delta\bar{x}_{(i-1)} = |\bar{x}_{0_k} - \bar{x}_{(i-1)}|$ относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп приводит к появлению областей вероятностных ошибок первого и второго рода в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными (α_{1_k}) и некоторых годных деталей бракованными (β_{1_k}) на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ допусков действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп, пересечению множеств $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}] \cap [\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ – однородных выборочных совокупностей

$$p_1\left(\mu'_{1_k}, \sigma_{\Delta\bar{x}_{1_k}}, \Delta\bar{x}_i\right) = \frac{1}{\sigma_{\Delta\bar{x}_{1_k}}\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\left(x - \bar{x}_{0_k} - \bar{x}_i\right)^2}{2\sigma^2_{\Delta\bar{x}_{1_k}}}};$$

$$p_2\left(\mu'_{2_k}, \sigma_{\Delta\bar{x}_{2_k}}, \Delta\bar{x}_{(i-1)}\right) = \frac{1}{\sigma_{\Delta\bar{x}_{2_k}}\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\left(x - \bar{x}_{0_k} - \bar{x}_{(i-1)}\right)^2}{2\sigma^2_{\Delta\bar{x}_{2_k}}}}$$

с мгновенными центрами рассеивания $a_{\bar{x}_i}$, $a_{\bar{x}_{(i-1)}}$, ограничивающих в пределах объединения приведенных k-х областей $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}] \cap [\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k) \Leftrightarrow \alpha_{1_k} \cup \beta_{1k}$ случайное рассеивание среднего размера k-й из промежуточных размерных групп, появлению кривой распределения совокупности средней

$$p\left(\mu_k',\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_k},\ \Delta\bar{x}_{0_k}\right)=\frac{1}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_k}\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{\left(x-\bar{x}_{0_k}-\bar{x}_i-\bar{x}_{(i-1)}\right)^2}{2\sigma^2_{\Sigma\Delta\bar{x}_k}}}$$

с мгновенным центром рассеивания $\pm a_{\Delta\bar{x}_k}$, задающим в пределах ограниченного пересечением множеств $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}] \cap [\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k) \Leftrightarrow \alpha_{1_k} \cup \beta_{1_k}$ объединения приведенных k-х областей двустороннее как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec_k(IT)$ действительных размеров случайное смещение среднего размера k-й из промежуточных размерных групп – в пределах вероятностной ошибки первого рода в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными (α_{1_k}) с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_{(i-1)} = |\bar{x}_{0_k} - \bar{x}_{(i-1)}|$ относительно нижней из приемочных границ $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп и в пределах вероятностной ошибки второго рода в случае ошибочного принятия некоторых годных деталей бракованными (β_{1_k}) с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_i = |\bar{x}_i - \bar{x}_{0_k}|$ относительно верхней из приемочных границ $\Delta\bar{x}_i$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп.

Расхождение разностей среднего размера $\Delta\bar{x}_i = |\bar{x}_i - \bar{x}_{0_k}|$, $\Delta\bar{x}_{(i-1)} = |\bar{x}_{0_k} - \bar{x}_{(i-1)}|$ относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп оказывает влияние на вероятностную оценку результатов сортировки деталей и с появлением на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ допусков действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп областей вероятностных ошибок первого и второго рода в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными (α_{1_k}) и некоторых годных деталей бракованными (β_{1_k}) приводит в пределах ограниченного пересечением множеств $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}] \cap [\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k) \Leftrightarrow \alpha_{1_k} \cup \beta_{1_k}$ объединения приведенных k-х областей двустороннему, как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec_k(IT)$ действительных размеров случайному смещению среднего размера k-й из промежуточных размерных групп

$$+\varepsilon_k = \bar{x}_{0_k} + z_{0,5-\alpha_{1_k}}\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}};\quad -\varepsilon_k = \bar{x}_{0_k} - z_{0,5-\beta_{1_k}}\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_k}}, \tag{2}$$

где $-\varepsilon_k$ – вычисляемый из аргумента функции Лапласа

$$\frac{\varepsilon_k - \bar{x}_{0_k}}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}}} = z_{0,5-\alpha_{1_k}}$$

верхний предел двустороннего, как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec_k(IT)$ действительных размеров случайного смещения среднего размера k-й из промежуточных размерных групп;
$-\varepsilon_k$ – вычисляемый из аргумента функции Лапласа

$$\frac{\bar{x}_{0_k} - \varepsilon_k}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_k}}} = z_{0,5-\beta_{1_k}}$$

нижний предел двустороннего, как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec_k(IT)$ действительных размеров случайного смещения среднего размера k-й из промежуточных размерных групп.

Расхождение разностей среднего размера

$$\Delta\bar{x}_{i_D} = |\bar{x}_{i_D} - \bar{x}_{0_{D_k}}|;\quad \Delta\bar{x}_{(i-1)_D} = |\bar{x}_{0_{D_k}} - \bar{x}_{(i-1)_D}|;$$

$$\Delta\bar{x}_{i_d} = |\bar{x}_{i_d} - \bar{x}_{0_{d_k}}|;\quad \Delta\bar{x}_{(i-1)_d} = |\bar{x}_{0_{d_k}} - \bar{x}_{(i-1)_d}|$$

относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_{i_D}$, $\bar{x}_{(i-1)_D}$, $\bar{x}_{i_d}$, $\bar{x}_{(i-1)_d}$ на интервалах допусков действительных размеров $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ одноименных k-х промежуточных размерных групп приводит к случайному рассеиванию среднего зазора и натяга $Sc_k(Nc_k)$ в сопряжениях одноименных k-х промежуточных размерных групп в пределах ограниченного объединением пересечений множеств

$$(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}] \cap [\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k) \cup (-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}] \cap [\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k) \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow [\alpha_{1_{D_k}} \cup \beta_{1_{D_k}}) \cup [\alpha_{1_{d_k}} \cup \beta_{1_{d_k}})$$

случайного рассеивания среднего размера на интервалах отверстий $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$ и валов $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ одноименных k-х промежуточных размерных групп

$$\begin{aligned}
Sc^B_{\max_k} &= D^{\alpha_{1_{D_k}}} - d_{\beta_{1_{d_k}}} = \left(E_{c_k} + \left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{D_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{D_k}}}\right) - E_{c_k}\right)\right) - \left(e_{c_k} - \left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{d_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{d_k}}}\right) - e_{c_k}\right)\right) = \\
&= \left(E_{c_k} - e_{c_k}\right) + \sqrt{\left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{D_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{D_k}}}\right) - E_{c_k}\right)^2 + \left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{d_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{d_k}}}\right) - e_{c_k}\right)^2} = \\
&= \left(E_{c_k} - e_{c_k}\right) + \sqrt{\left(z_{0,5-\alpha_{1_{D_k}}}\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{D_k}}}\right)^2 + \left(z_{0,5-\beta_{1_{d_k}}}\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{d_k}}}\right)^2} = Sc_k + \frac{T^B_{Sc_k}}{2};
\end{aligned} \tag{3}$$

ISSN 2313-223X Print
ISSN 2587-9693 Online

$$Sc^B_{\min_k} = D_{\beta_{1_{D_k}}} - d^{\alpha_{1_{d_k}}} = \left(E_{c_k} - \left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{D_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{D_k}}}\right) - E_{c_k}\right)\right) - \left(e_{c_k} + \left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{d_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{d_k}}}\right) - e_{c_k}\right)\right) =$$

$$= \left(E_{c_k} - e_{c_k}\right) - \sqrt{\left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{D_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{D_k}}}\right) - E_{c_k}\right)^2 + \left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{d_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{d_k}}}\right) - e_{c_k}\right)^2} =$$

$$= \left(E_{c_k} - e_{c_k}\right) - \sqrt{\left(z_{0,5-\beta_{1_{D_k}}}\ \Delta\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{D_k}}}\right)^2 + \left(z_{0,5-\alpha_{1_{d_k}}}\ \Delta\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{d_k}}}\right)^2} = Sc_k - \frac{T^B_{Sc_k}}{2};$$

$$Nc^B_{\max_k} = d^{\alpha_{1_{D_k}}} - D_{\beta_{1_{d_k}}} = \left(e_{c_k} + \left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{d_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{d_k}}}\right) - e_{c_k}\right)\right) - \left(E_{c_k} - \left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{D_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{D_k}}}\right) - E_{c_k}\right)\right) =$$

$$= \left(e_{c_k} - E_{c_k}\right) + \sqrt{\left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{d_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{d_k}}}\right) - e_{c_k}\right)^2 + \left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{D_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{D_k}}}\right) - E_{c_k}\right)^2} =$$

$$= \left(e_{c_k} - E_{c_k}\right) + \sqrt{\left(z_{0,5-\alpha_{1_{d_k}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{d_k}}}\right)^2 + \left(z_{0,5-\beta_{1_{D_k}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{D_k}}}\right)^2} = Nc_k + \frac{T^B_{Nc_k}}{2};$$

$$Nc^B_{\min_k} = d_{\beta_{1_{D_k}}} - D^{\alpha_{1_{d_k}}} = \left(e_{c_k} - \left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{d_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{d_k}}}\right) - e_{c_k}\right)\right) - \left(E_{c_k} + \left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{D_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{D_k}}}\right) - E_{c_k}\right)\right) =$$

$$= \left(e_{c_k} - E_{c_k}\right)\sqrt{\left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{d_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{d_k}}}\right) - e_{c_k}\right)^2 + \left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{D_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{D_k}}}\right) - E_{c_k}\right)^2} =$$

$$= \left(E_{c_k} - e_{c_k}\right) - \sqrt{\left(z_{0,5-\beta_{1_{d_k}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{d_k}}}\right)^2 + \left(z_{0,5-\alpha_{1_{D_k}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{D_k}}}\right)^2} = Nc_k - \frac{T^B_{Nc_k}}{2}; \quad (3)$$

$$T^B_{Sc_k}\left(T^B_{Nc_k}\right) \in \left(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{D_k}}\right] \cap \left(\bar{x}_{0_{D_k}},\ +\varepsilon_k\right] \cup \left(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{d_k}}\right] \cap \left[\bar{x}_{0_{d_k}},\ +\varepsilon_k\right)\left(\alpha_{1_{D_k}} \cup \beta_{1_{D_k}}\right) \cup \left(\alpha_{1_{d_k}} \cup \beta_{1_{d_k}}\right);$$

$$T^B_{Sc_k}\left(T^B_{Nc_k}\right) = \sqrt{\left(z_{0,5-\alpha_{1_{D_k}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{D_k}}} + z_{0,5-\beta_{1_{D_k}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{D_k}}}\right)^2 + \left(z_{0,5-\alpha_{1_{d_k}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{d_k}}} + z_{0,5-\beta_{1_{d_k}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{d_k}}}\right)^2};$$

$$Sc^B_k = D^{\alpha_{1_{D_k}}}_{\beta_{1_{D_k}}} - d^{\alpha_{1_{d_k}}}_{\beta_{1_{d_k}}} = \left(E_{c_k} - e_{c_k}\right) \pm \frac{T^B_{Sc_k}}{2} =$$

$$= \left(E_{c_k} - e_{c_k}\right) \pm \sqrt{\left(\frac{z_{0,5-\alpha_{1_{D_k}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{D_k}}} + z_{0,5-\beta_{1_{D_k}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{D_k}}}}{2}\right)^2 + \left(\frac{z_{0,5-\alpha_{1_{d_k}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{d_k}}} + z_{0,5-\beta_{1_{d_k}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{d_k}}}}{2}\right)^2};$$

$$Nc^B_k = d^{\alpha_{1_{D_k}}}_{\beta_{1_{D_k}}} - D^{\alpha_{1_{d_k}}}_{\beta_{1_{d_k}}} = \left(e_{c_k} - E_{c_k}\right) \pm \frac{T^B_{Nc_k}}{2} =$$

$$= \left(e_{c_k} - E_{c_k}\right) \pm \sqrt{\left(\frac{z_{0,5-\alpha_{1_{D_k}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{D_k}}} + z_{0,5-\beta_{1_{D_k}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{D_k}}}}{2}\right)^2 + \left(\frac{z_{0,5-\alpha_{1_{d_k}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{d_k}}} + z_{0,5-\beta_{1_{d_k}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{d_k}}}}{2}\right)^2},$$

где E_{c_k}, e_{c_k} – координаты середины допусков действительных размеров одноименных k-х промежуточных размерных групп;

$(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}] \cap [\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k) \cup (-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}] \cap [\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ – объединение пересечений множеств $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}] \cap [\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}] \cap [\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$, ограничивающее случайное рассеивание среднего зазора и натяга $Sc_k(Nc_k)$ в сопряжениях одноименных k-х промежуточных размерных групп в пределах объединения $(\alpha_{1_{D_k}} \cup \beta_{1_{D_k}}) \cup (\alpha_{1_{d_k}} \cup \beta_{1_{d_k}})$ случайного рассеивания среднего размера на интервалах отверстий $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$ и валов $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ одноименных k-х промежуточных размерных групп;

$Sc^B_{\max_k}$ – k-й вероятностный средний наибольший зазор, ограничивающий случайное рассеивание среднего зазора (Sc_k) в сопряжениях одноименных k-х промежуточных размерных групп в пределах возникающего с расхождением разностей среднего размера $\Delta\bar{x}_{(i-1)D} = |\bar{x}_{0_{D_k}} - \bar{x}_{(i-1)D}|$, $\Delta\bar{x}_{id} = |\bar{x}_{id} - \bar{x}_{0_{d_k}}|$ относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах допусков действительных размеров $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ одноименных k-х промежуточных размерных групп объединения $\alpha_{1_{D_k}} \cup \beta_{1_{d_k}}$ областей вероятностных ошибок первого рода для отверстий и второго рода для валов одноименных k-х промежуточных размерных групп в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными ($\alpha_{1_{D_k}}$) и некоторых годных деталей бракованными ($\beta_{1_{d_k}}$);

$Sc^B_{\min_k}$ – k-й вероятностный средний наименьший зазор, ограничивающий случайное рассеивание среднего зазора (Sc_k) в сопряжениях одноименных k-х промежуточных размерных групп в пределах возникающего с расхождением разностей среднего размера $\Delta\bar{x}_{i_D} = |\bar{x}_{i_D} - \bar{x}_{0_{D_k}}|$, $\Delta\bar{x}_{(i-1)_d} = |\bar{x}_{0_{d_k}} - \bar{x}_{(i-1)_d}|$ относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах допусков действительных размеров $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ одноименных k-х промежуточных размерных групп объединения $\beta_{1_{D_k}} \cup \alpha_{1_{d_k}}$ областей вероятностных ошибок первого рода для валов и второго рода для отверстий одноименных k-х промежуточных размерных групп в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными ($\alpha_{1_{d_k}}$) и некоторых годных деталей бракованными ($\beta_{1_{D_k}}$);

$Nc^B_{\max_k}$ – k-й вероятностный средний наибольший натяг, ограничивающий случайное рассеивание среднего натяга (Nc_k) в сопряжениях одноименных k-х промежуточных размерных групп в пределах возникающего с расхождением разностей среднего размера $\Delta\bar{x}_{(i-1)_d} = |\bar{x}_{0_{d_k}} - \bar{x}_{(i-1)_d}|$, $\Delta\bar{x}_{iD} = |\bar{x}_{iD} - \bar{x}_{0_{D_k}}|$ относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах допусков действительных размеров $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ одноименных k-х промежуточных размерных групп объединения $\alpha_{1_{d_k}} \cup \beta_{1_{D_k}}$ областей вероятностных ошибок первого рода для валов и второго рода для отверстий одноименных k-х промежуточных размерных групп в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными ($\alpha_{1_{d_k}}$) и некоторых годных деталей бракованными ($\beta_{1_{D_k}}$);

$Nc^B_{\min_k}$ – k-й вероятностный средний наименьший натяг, ограничивающий случайное рассеивание среднего натяга (Nc_k) в сопряжениях одноименных k-х промежуточных размерных групп в пределах возникающего с расхождением разностей среднего размера $\Delta\bar{x}_{i_d} = |\bar{x}_{i_d} - \bar{x}_{0_{d_k}}|$, $\Delta\bar{x}_{(i-1)D} = |\bar{x}_{0_{D_k}} - \bar{x}_{(i-1)_D}|$ относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах допусков действительных размеров $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ одноименных k-х промежуточных размерных групп объединения $\beta_{1_{d_k}} \cup \alpha_{1_{D_k}}$ областей вероятностных ошибок первого рода для отверстий и второго рода для валов одноименных k-х промежуточных размерных групп в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными ($\alpha_{1_{D_k}}$) и некоторых годных деталей бракованными ($\beta_{1_{d_k}}$);

$T^B_{Sc_k}(T^B_{Nc_k})$ – вероятностный допуск случайного рассеивания среднего зазора и натяга $Sc_k(Nc_k)$ в сопряжениях одноименных k-х промежуточных размерных групп, ограничивающий объединением пересечений множеств

$$(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}] \cap [\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k) \cup (-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}] \cap [\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k) \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow (\alpha_{1_{D_k}} \cup \beta_{1_{D_k}}) \cup (\alpha_{1_{d_k}} \cup \beta_{1_{d_k}})$$

случайное рассеивание среднего размера на интервалах отверстий $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$ и валов $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ одноименных k-х промежуточных размерных групп.

Вероятностный допуск случайного рассеивания среднего зазора и натяга в сопряжениях одноименных k-х промежуточных размерных групп $T^B_{Sc_k}(T^B_{Nc_k})$ вычисляется алгебраической разностью вероятностных средних зазоров и натягов $Sc_k(Nc_k)$ в сопряжениях одноименных k-х промежуточных размерных групп или среднеквадратическим сложением алгебраической разности пределов двустороннего как выше, так и ниже координаты середины допуска (Ec_k, ec_k) действительных размеров случайного рассеивания среднего размера одноименных k-х промежуточных размерных групп

$$T^B_{Sc_k} = Sc^B_{\max_k} - Sc^B_{\min_k} = \sqrt{\left(z_{0,5-\alpha_{1_{D_k}}}\,\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{D_k}}} + z_{0,5-\beta_{1_{D_k}}}\,\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{D_k}}}\right)^2 + \left(z_{0,5-\alpha_{1_{d_k}}}\,\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{d_k}}} + z_{0,5-\beta_{1_{d_k}}}\,\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{d_k}}}\right)^2};$$
$$T^B_{Nc_k} = Nc^B_{\max_k} - Nc^B_{\min_k} = \sqrt{\left(z_{0,5-\alpha_{1_{D_k}}}\,\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{D_k}}} + z_{0,5-\beta_{1_{D_k}}}\,\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{D_k}}}\right)^2 + \left(z_{0,5-\alpha_{1_{d_k}}}\,\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{d_k}}} + z_{0,5-\beta_{1_{d_k}}}\,\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{d_k}}}\right)^2};$$
$$T^B_{Sc_k}\left(T^B_{Nc_k}\right) = \sqrt{\left(+\varepsilon_{D_k} - \left(-\varepsilon_{D_k}\right)\right)^2 + \left(+\varepsilon_{d_k} - \left(-\varepsilon_{d_k}\right)\right)^2} =$$
$$= \sqrt{\left(z_{0,5-\alpha_{1_{D_k}}}\,\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{D_k}}} + z_{0,5-\beta_{1_{D_k}}}\,\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{D_k}}}\right)^2 + \left(z_{0,5-\alpha_{1_{d_k}}}\,\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{d_k}}} + z_{0,5-\beta_{1_{d_k}}}\,\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{d_k}}}\right)^2}, \quad (4)$$

где $-\varepsilon_{D_k}$, $+\varepsilon_{D_k}$, $-\varepsilon_{d_k}$, $+\varepsilon_{d_k}$ – пределы двустороннего, как выше, так и ниже координаты середины допуска (Ec_k, ec_k) действительных размеров случайного рассеивания среднего размера одноименных k-х промежуточных размерных групп.

Случайное рассеивание среднего зазора и натяга $Sc_k(Nc_k)$ в сопряжениях одноименных k-х промежуточных размерных групп ограничено случайным рассеиванием среднего размера отверстий $\pm a_{\Delta\bar{x}_{D_k}}$ и валов $\pm a_{\Delta\bar{x}_{d_k}}$ одноименных k-х промежуточных размерных групп, задаваемого на интервалах допусков действительных размеров соответственно отверстий $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$ и валов $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ одноименных k-х промежуточных размерных групп в виде замыкающего звена размерной цепи разностью между k-й координатой центра группирования действительного поля рассеивания $Em_k(\Delta\bar{x}_{0_{D_k}}, \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{D_k}})$, $Em_k(\Delta\bar{x}_{0_{d_k}}, \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{d_k}})$ плотности вероятности совокупности средней $p_D(\mu_{D_k}, \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{D_k}}, \Delta\bar{x}_{0_{D_k}})$,

$p_d(\mu'_{d_k}, \sigma_{\sum\Delta\bar{x}_{d_k}}, \Delta\bar{x}_{0_{d_k}})$ k-й из одноименных промежуточных размерных групп и координатой середины допуска $Ec_k(IT)$, $ec_k(IT)$ действительных размеров той же k-й из одноименных промежуточных размерных групп

$$\begin{gathered}|Em_k(\Delta\bar{x}_{0_{D_k}}, \sigma_{\sum\Delta\bar{x}_{D_k}}) - E_{c_k}| = \\ = \pm a_{\Delta\bar{x}_{D_k}} \in (-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}], [\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k) \Leftrightarrow \alpha_{1_{D_k}} \cup \beta_{1_{D_k}}; \\ |Em_k(\Delta\bar{x}_{0_{d_k}}, \sigma_{\sum\Delta\bar{x}_{d_k}}) - e_{c_k}| = \\ = \pm a_{\Delta\bar{x}_{d_k}} \in (-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}], [\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k) \Leftrightarrow \alpha_{1_{d_k}} \cup \beta_{1_{d_k}}.\end{gathered} \tag{5}$$

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРЕДЕЛОВ СЛУЧАЙНОГО РАССЕИВАНИЯ СРЕДНЕГО ЗАЗОРА И НАТЯГА В СОПРЯЖЕНИЯХ ОДНОИМЕННЫХ *k*-х КРАЙНИХ РАЗМЕРНЫХ ГРУПП, СЛУЧАЙНОГО РАССЕИВАНИЯ СРЕДНЕГО РАЗМЕРА НА ИНТЕРВАЛАХ КАК ВЫШЕ, ТАК И НИЖЕ КООРДИНАТЫ СЕРЕДИНЫ ДОПУСКА *EC*(*IT*) ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ *k*-й ИЗ КРАЙНИХ РАЗМЕРНЫХ ГРУПП

Расхождение разностей среднего размера

$$\Delta\bar{x}_i = |\bar{x}_i - \bar{x}_{0_k}|; \quad \Delta\bar{x}_{(i-1)} = |\bar{x}_{0_k} - \bar{x}_{(i-1)}|$$

относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп в сравнении со средним арифметическим $\bar{x}_{0k}$ распределенной по закону Гаусса плотности вероятности совокупности средней $p(\mu_k, \sigma_{\Delta\bar{x}_k}, \bar{x}_{0_k})$ из композиции однородных выборочных совокупностей $p_{1_k}(\mu_{1_k}, \sigma_{\max_k}, \bar{x}_{\max_k})$, $p_{2_k}(\mu_{2_k}, \sigma_{\min_k}, \bar{x}_{\min_k})$, результатов измерений наибольшего и наименьшего размеров размерного элемента с объемом выборок n_{1_k}, n_{2_k} в партии деталей N_k на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп, средних арифметических $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ распределенных с точностью в ε_k-окрестности по нормальному закону однородных выборочных совокупностей $p_{1_k}(\mu_{1_k}, \sigma_{\max_k}, \bar{x}_{\max_k})$, $p_{2_k}(\mu_{2_k}, \sigma_{\min_k}, \bar{x}_{\min_k})$ результатов измерений наибольшего и наименьшего размеров размерного элемента со средними квадратическими отклонениями

$$\sigma_{\max_k} = \frac{\sum_{s=1}^{n_{1_k}} \left(x_{\max_s} - \bar{x}_i\right)^2}{\sqrt{n_{1_k}}};$$

$$\sigma_{\min_k} = \frac{\sum_{j=1}^{n_{2_k}} \left(x_{\min_j} - \bar{x}_{(i-1)}\right)^2}{\sqrt{n_{2_k}}}$$

и совпадающими с верхней и нижней приемочными границами $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ мгновенными центрами рассеивания $a_{\bar{x}_i}$, $a_{\bar{x}_{(i-1)}}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп

$$\begin{gathered} P\left|\Delta\bar{x}_i - \Delta\bar{x}_{(i-1)}\right| \geq \varepsilon_k = \\ = \int_{-\infty}^{0} \frac{1}{\sigma_{\min_k}\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\left(x-\bar{x}_{(i-1)}\right)^2}{2\sigma_{\min_k}{}^2}} \mathrm{d}x + \int_{0}^{\bar{x}_{0_k}-\varepsilon_k} \frac{1}{\sigma_{\max_k}\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\left(x-\bar{x}_i\right)^2}{2\sigma_{\max_k}{}^2}} \mathrm{d}x = \\ = \int_{0}^{\bar{x}_{0_k}-\varepsilon_k} \frac{1}{\sigma_{\sum\Delta\bar{x}_{1_k}}\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\left(x-\bar{x}_{0_k}-\bar{x}_i\right)^2}{2\sigma_{\sum\Delta\bar{x}_{1_k}}{}^2}} \mathrm{d}x - F(-0{,}5) = \\ = \left(0{,}5 - \Phi\left(\frac{\bar{x}_{0_k} - \varepsilon_k}{\sigma_{\sum\Delta\bar{x}_{1_k}}}\right)\right) \in \left(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}\right] \cap \left[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k\right) \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \beta_{1_k}, \ \forall n_{1_k}, \ n_{2_k} \in N_k, \end{gathered} \tag{6}$$

где $\sigma_{\sum\Delta\bar{x}_{1_k}}$ – эмпирическая дисперсия разности $\Delta\bar{x}_k = |\bar{x}_i - \Delta\bar{x}_{(i-1)}|$ средних арифметических $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ однородных выборочных совокупностей $p_{1_k}(\mu_{1_k}, \sigma_{\max_k}, \bar{x}_{\max_k})$, $p_{2_k}(\mu_{2_k}, \sigma_{\min_k}, \bar{x}_{\min_k})$, результатов измерений наибольшего и наименьшего размеров размерного элемента с объемом выборок n_{1_k}, n_{2_k} в партии деталей N_k на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп и наблюдаемого расхождения разности среднего размера $\Delta\bar{x}_i = |\bar{x}_i - \bar{x}_{0_k}|$ в сравнении со средним арифметическим $\bar{x}_i$ однородной выборочной совокупности $p_{1_k}(\mu_{1_k}, \sigma_{\max_k}, \bar{x}_{\max_k})$ результатов измерений наибольшего размера размерного элемента со средним квадратическим отклонением

$$\sigma_{\max_k} = \frac{\sum_{s=1}^{n_{1_k}} \left(x_{\max_s} - \bar{x}_i\right)^2}{\sqrt{n_{1_k}}}$$

и совпадающим с верхней приемочной границей $\bar{x}_i$ мгновенным центром рассеивания $a_{\bar{x}_i}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп, среднего арифметического $\bar{x}_{0_k}$ распределенной по закону Гаусса плотности вероятности совокупности средней $p(\mu_k, \sigma_{\Delta\bar{x}_k}, \bar{x}_{0_k})$ из композиции однородных выборочных совокупностей $p_{1_k}(\mu_{1_k}, \sigma_{\max_k}, \bar{x}_{\max_k})$, $p_{2_k}(\mu_{2_k}, \sigma_{\min_k}, \bar{x}_{\min_k})$ результатов измерений наибольшего и наименьшего размеров размерного элемента с объемом выборок n_{1_k}, n_{2_k} в партии деталей N_k на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп,

$$\sigma_{\sum\Delta\bar{x}_{1_k}} = \sqrt{\sigma_{\Delta\bar{x}_k}{}^2 + \sigma_{\max_k}{}^2};$$

β_{1_k} – область вероятностной ошибки второго рода в случае ошибочного принятия некоторых годных деталей бракованными (β_{1_k}), возникающая с расхождением разностей среднего размера $\Delta\bar{x}_i = |\bar{x}_i - \bar{x}_{0_k}|$ относительно верхней из приемочных границ $\bar{x}_i$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп,

$$\beta_{1_k} = 0,5 - \Phi\left(\frac{\bar{x}_{0_k} - \varepsilon_k}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_k}}}\right).$$

Расхождение разностей среднего размера $\Delta\bar{x}_i = |\bar{x}_i - \bar{x}_{0_k}|$, $\Delta\bar{x}_{(i-1)} = |\bar{x}_{0_k} - \bar{x}_{(i-1)}|$ относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп в сравнении со средним арифметическим $\bar{x}_{0_k}$ распределенной по закону Гаусса плотности вероятности совокупности средней $p(\mu_k, \sigma_{\Delta\bar{x}_k}, \bar{x}_{0_k})$ из композиции однородных выборочных совокупностей $p_{1_k}(\mu_{1_k}, \sigma_{\max_k}, \bar{x}_{\max_k})$, $p_{2_k}(\mu_{2_k}, \sigma_{\min_k}, \bar{x}_{\min_k})$ результатов измерений наибольшего и наименьшего размеров размерного элемента с объемом выборок n_{1_k}, n_{2_k} в партии деталей N_k на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп, средних арифметических $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ распределенных с точностью в ε_k-окрестности по нормальному закону однородных выборочных совокупностей $p_{1_k}(\mu_{1_k}, \sigma_{\max_k}, \bar{x}_{\max_k})$, $p_{2_k}(\mu_{2_k}, \sigma_{\min_k}, \bar{x}_{\min_k})$ результатов измерений наибольшего и наименьшего размеров размерного элемента со средними квадратическими отклонениями

$$\sigma_{\max_k} = \frac{\sum_{s=1}^{n_{1_k}}\left(x_{\max_s} - \bar{x}_i\right)^2}{\sqrt{n_{1_k}}}; \quad \sigma_{\min_k} = \frac{\sum_{j=1}^{n_{2_k}}\left(x_{\min_j} - \bar{x}_{(i-1)}\right)^2}{\sqrt{n_{2_k}}}$$

и совпадающими с верхней и нижней приемочными границами $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ мгновенными центрами рассеивания $a_{\bar{x}_i}$, $a_{\bar{x}_{(i-1)}}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп

$$P\left|\Delta\bar{x}_i - \Delta\bar{x}_{(i-1)}\right| \geq \varepsilon_k =$$

$$= \int_0^{\infty} \frac{1}{\sigma_{\max_k}\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x}_i)^2}{2\sigma_{\max_k}^2}} \mathrm{d}x + \int_{\varepsilon_k - \bar{x}_{0_k}}^{0} \frac{1}{\sigma_{\min_k}\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x}_{(i-1)})^2}{2\sigma_{\min_k}^2}} \mathrm{d}x =$$

$$= F(0,5) + \int_{\varepsilon_k - \bar{x}_{0_k}}^{0} \frac{1}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}}\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x}_{0_k}-\bar{x}_{(i-1)})^2}{2\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}}^2}} \mathrm{d}x =$$

$$= \left(0,5 - \Phi\left(\frac{\varepsilon_k - \bar{x}_{0_k}}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}}}\right)\right) \in \left(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}\right] \cap \left[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k\right) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \alpha_{1_k}, \ \forall n_{1_k}, n_{2_k} \in N_k,$$

где $\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}}$ – эмпирическая дисперсия разности $\Delta\bar{x}_k = \bar{x}_i - \bar{x}_{(i-1)}$ средних арифметических $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ однородных выборочных совокупностей $p_{1_k}(\mu_{1_k}, \sigma_{\max_k}, \bar{x}_{\max_k})$, $p_{2_k}(\mu_{2_k}, \sigma_{\min_k}, \bar{x}_{\min_k})$ результатов измерений наибольшего и наименьшего размеров размерного элемента с объемом выборок n_{1_k}, n_{2_k} в партии деталей N_k на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп и наблюдаемого расхождения разности среднего размера $\Delta\bar{x}_{(i-1)} = |\bar{x}_{0_k} - \bar{x}_{(i-1)}|$ в сравнении со средним арифметическим $\bar{x}_{0_k}$ распределенной по закону Гаусса плотности вероятности совокупности средней $p(\mu_k, \sigma_{\Delta\bar{x}_k}, \bar{x}_{0_k})$ из композиции однородных выборочных совокупностей $p_{1_k}(\mu_{1_k}, \sigma_{\max_k}, \bar{x}_{\max_k})$, $p_{2_k}(\mu_{2_k}, \sigma_{\min_k}, \bar{x}_{\min_k})$ результатов измерений наибольшего и наименьшего размеров размерного элемента с объемом выборок n_{1_k}, n_{2_k} в партии деталей N_k *на* интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп, среднего арифметического $\bar{x}_{(i-1)}$ однородной выборочной совокупности $p_{2_k}(\mu_{2_k}, \sigma_{\min_k}, \bar{x}_{\min_k})$ результатов измерений наименьшего размера размерного элемента со средним квадратическим отклонением

$$\sigma_{\min_k} = \frac{\sum_{j=1}^{n_{2_k}}\left(x_{\min_j} - \bar{x}_{(i-1)}\right)^2}{\sqrt{n_{2_k}}}$$

и совпадающим с нижней приемочной границей $\bar{x}_{(i-1)}$ мгновенным центром рассеивания $a_{\bar{x}_{(i-1)}}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп,

$$\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}} = \sqrt{\sigma_{\Delta\bar{x}_k}^{\ 2} + \sigma_{\min_k}^{\ 2}};$$

α_{1_k} – область вероятностной ошибки первого рода в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными (α_{1_k}), возникающая с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_{(i-1)} = |\bar{x}_{0_k} - \bar{x}_{(i-1)}|$ относительно нижней из приемочных границ $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ ниже середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп,

$$\alpha_{1_k} = 0,5 - \Phi\left(\frac{\varepsilon_k - \bar{x}_{0_k}}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}}}\right).$$

Расхождение разностей среднего размера $\Delta\bar{x}_i = |\bar{x}_i - \bar{x}_{0_k}|$, $\Delta\bar{x}_{(i-1)} = |\bar{x}_{0_k} - \bar{x}_{(i-1)}|$ относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп приводит к одностороннему

случайному рассеиванию среднего размера на интервалах $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}},\ +\varepsilon_k)$ допусков действительных размеров k-й из крайних размерных групп – в пределах вероятностной ошибки первого рода в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными (α_{1_k}) с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_{(i-1)} = |\bar{x}_{0_k} - \bar{x}_{(i-1)}|$ относительно нижней $\bar{x}_{(i-1)}$ из приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k},\ +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп $+\varepsilon_k = \bar{x}_{0_k} + z_{0,5-\alpha_{1_k}}\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}}$ и в пределах вероятностной ошибки второго рода в случае ошибочного принятия некоторых годных деталей бракованными (β_{1_k}) с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_i = |\bar{x}_i - \bar{x}_{0_k}|$ относительно верхней $\bar{x}_i$ из приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k},\ +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп $-\varepsilon_k = \bar{x}_{0_k} - z_{0,5-\beta_{1_k}}\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_k}}$,
где $+\varepsilon_k$ – вычисляемый из аргумента функции Лапласа

$$\frac{\varepsilon_k - \bar{x}_{0_k}}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}}} = z_{0,5-\alpha_{1_k}}$$

верхний предел одностороннего случайного рассеивания среднего размера на интервалах $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k},\ +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп;
$-\varepsilon_k$ – вычисляемый из аргумента функции Лапласа

$$\frac{\bar{x}_{0_k} - \varepsilon_k}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_k}}} = z_{0,5-\beta_{1_k}}$$

нижний предел одностороннего случайного рассеивания среднего размера на интервалах $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k},\ +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп.

Расхождение разностей среднего размера $\Delta\bar{x}_i = |\bar{x}_i - \bar{x}_{0_k}|$, $\Delta\bar{x}_{(i-1)} = |\bar{x}_{0_k} - \bar{x}_{(i-1)}|$ относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k},\ +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп приводит к появлению однородной выборочной совокупности

$$p_2\left(\mu'_{2_k},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}},\ \Delta\bar{x}_{(i-1)}\right) = \frac{1}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}}\sqrt{2\pi}}\, e^{-\frac{\left(x-\bar{x}_{0_k}-\bar{x}_{(i-1)}\right)^2}{2\sigma^2_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}}}},$$

ограничивающей верхний предел одностороннего случайное рассеивание среднего размера $+\varepsilon_k$ на интервалах $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}},\ +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп, однородной выборочной совокупности

$$p_1\left(\mu'_{1_k},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_k}},\ \Delta\bar{x}_i\right) = \frac{1}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_k}}\sqrt{2\pi}}\, e^{-\frac{\left(x-\bar{x}_{0_k}-\bar{x}_i\right)^2}{2\sigma^2_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_k}}}},$$

ограничивающей нижний предел одностороннего случайного рассеивания среднего размера $-\varepsilon_k$ на интервалах $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k},\ +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп, появлению кривой распределения совокупности средней

$$p\left(\mu'_k,\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_k},\ \Delta\bar{x}_{0_k}\right) = \frac{1}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_k}\sqrt{2\pi}}\, e^{-\frac{\left(x-\bar{x}_{0_k}-\bar{x}_i-\bar{x}_{(i-1)}\right)^2}{2\sigma^2_{\Sigma\Delta\bar{x}_k}}}$$

с мгновенным центром рассеивания $\pm a_{\Delta\bar{x}_k}$, задающим одностороннее случайное смещение среднего размера на интервалах $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k},\ +\varepsilon_k)$ допусков действительных размеров k-й из крайних размерных групп – в пределах вероятностной ошибки первого рода в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными (α_{1_k}) с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_{(i-1)} = |\bar{x}_{0k} - \bar{x}_{(i-1)}|$ относительно нижней $\bar{x}_{(i-1)}$ из приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k},\ +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп и в пределах вероятностной ошибки второго рода в случае ошибочного принятия некоторых годных деталей бракованными (β_{1_k}) с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_i = |\bar{x}_i - \bar{x}_{0_k}|$ относительно верхней $\bar{x}_i$ из приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k},\ +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп.

Расхождение разностей среднего размера

$$\Delta\bar{x}_{i_D} = |\bar{x}_{i_D} - \bar{x}_{0_{D_k}}|; \quad \Delta\bar{x}_{(i-1)_D} = |\bar{x}_{0_{D_k}} - \bar{x}_{(i-1)_D}|;$$
$$\Delta\bar{x}_{i_d} = |\bar{x}_{i_d} - \bar{x}_{0_{d_k}}|; \quad \Delta\bar{x}_{(i-1)_d} = |\bar{x}_{0_{d_k}} - \bar{x}_{(i-1)_d}|$$

относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_{i_D}$, $\bar{x}_{(i-1)_D}$, $\bar{x}_{i_d}$, $\bar{x}_{(i-1)_D}$ на интервалах отверстий $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}},\ +\varepsilon_k)$ и валов $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}},\ +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп приводит к случайному рассеиванию среднего зазора и натяга $Sc_k(Nc_k)$ в сопряжениях одноименных k-х крайних размерных групп в пределах ограниченного объединением вероятностных ошибок первого рода для отверстий и валов ($\alpha_{1_{D_k}} \cup \alpha_{1_{d_k}}$) случайного рассеивания среднего размера на интервалах $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}},\ +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}},\ +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{D_k}}],\ [\bar{x}_{0_{D_k}},\ +\varepsilon_k) \cup (-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{d_k}}],\ [\bar{x}_{0_{d_k}},\ +\varepsilon_k) \Leftrightarrow (\alpha_{1_{D_k}} \cup \alpha_{1_{d_k}})$

$$Sc^{B}_{\max_k} = D^{\alpha_{1D_k}} - d^{\alpha_{1d_k}} = \left(E_{c_k} + \left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{D_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1D_k}}\right) - E_{c_k}\right)\right) - e_{c_k} =$$

$$= \left(E_{c_k} - e_{c_k}\right) + \sqrt{\left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{D_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1D_k}}\right) - E_{c_k}\right)^2} = \left(E_{c_k} - e_{c_k}\right) + \sqrt{\left(z_{0,5-\alpha_{1D_k}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2D_k}}\right)^2} = Sc_k + \frac{T^{B}_{Sc_k}}{2};$$

$$Sc^{B}_{\min_k} = D^{\alpha_{1D_k}} - d^{\alpha_{1d_k}} = E_{c_k} - \left(e_{c_k} + \left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{d_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1d_k}}\right) - e_{c_k}\right)\right) =$$

$$= \left(E_{c_k} - e_{c_k}\right) - \sqrt{\left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{d_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1d_k}}\right) - e_{c_k}\right)^2} = \left(E_{c_k} - e_{c_k}\right) - \sqrt{\left(z_{0,5-\alpha_{1d_k}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2d_k}}\right)^2} = Sc_k - \frac{T^{B}_{Sc_k}}{2};$$

$$Nc^{B}_{\max_k} = d^{\alpha_{1d_k}} - D^{\alpha_{1D_k}} = \left(e_{c_k} + \left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{d_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1d_k}}\right) - e_{c_k}\right)\right) - E_{c_k} =$$

$$= \left(e_{c_k} - E_{c_k}\right) + \sqrt{\left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{d_k}},\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1d_k}}\right) - e_{c_k}\right)^2} = \left(e_{c_k} - E_{c_k}\right) + \sqrt{\left(z_{0,5-\alpha_{1d_k}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2d_k}}\right)^2} = Nc_k + \frac{T^{B}_{Nc_k}}{2};$$

$$Nc^{B}_{\min_k} = d^{\alpha_{1d_k}} - D^{\alpha_{1D_k}} = e_{c_k} - \left(E_{c_k} + \left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{D_k}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1D_k}}\right) - E_{c_k}\right)\right) = \tag{8}$$

$$= \left(e_{c_k} - E_{c_k}\right) - \sqrt{\left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{D_k}},\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1D_k}}\right) - E_{c_k}\right)^2} = \left(e_{c_k} - E_{c_k}\right) - \sqrt{\left(z_{0,5-\alpha_{1D_k}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2D_k}}\right)^2} = Nc_k - \frac{T^{B}_{Nc_k}}{2};$$

$$T^{B}_{Sc_k}\left(T^{B}_{Nc_k}\right) \in \left(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{Dk}}\right],\ \left[\bar{x}_{0_{Dk}},\ +\varepsilon_k\right) \cup \left(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{dk}}\right],\ \left[\bar{x}_{0_{dk}},\ +\varepsilon_k\right) \Leftrightarrow \left(\alpha_{1_{D_k}} \cup \alpha_{1_{d_k}}\right);$$

$$T^{B}_{Sc_k}\left(T^{B}_{Nc_k}\right) = \sqrt{\left(z_{0,5-\alpha_{1D_k}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2D_k}}\right)^2 + \left(z_{0,5-\alpha_{1d_k}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2d_k}}\right)^2};$$

$$Sc^{B}_{k} = D^{\alpha_{1D_k}} - d^{\alpha_{1d_k}} = \left(E_{c_k} - e_{c_k}\right) \pm \frac{T^{B}_{Sc_k}}{2} = Sc_k \pm \sqrt{\left(\frac{z_{0,5-\alpha_{1D_k}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2D_k}}}{2}\right)^2 + \left(\frac{z_{0,5-\alpha_{1d_k}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2d_k}}}{2}\right)^2};$$

$$Nc^{B}_{k} = d^{\alpha_{1d_k}} - D^{\alpha_{1D_k}} = \left(e_{c_k} - E_{c_k}\right) \pm \frac{T^{B}_{Nc_k}}{2} = Nc_k \pm \sqrt{\left(\frac{z_{0,5-\alpha_{1D_k}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2D_k}}}{2}\right)^2 + \left(\frac{z_{0,5-\alpha_{1d_k}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2d_k}}}{2}\right)^2},$$

где E_{c_k}, e_{c_k} – координаты середины допусков действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп;

$(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}},\ +\varepsilon_k)$ $\cup$ $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}},\ +\varepsilon_k)$ $\Leftrightarrow$ $\Leftrightarrow$ $(\alpha_{1_{D_k}} \cup \alpha_{1_{d_k}})$ – объединение пересечений множеств $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}] \cap [\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}] \cap [\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$, задающее случайное рассеивание среднего зазора и натяга $Sc_k(Nc_k)$ в сопряжениях на интервалах $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}},\ +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}},\ +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп в пределах ограниченного объединением вероятностных ошибок первого рода для отверстий и валов $(\alpha_{1_{D_k}} \cup \alpha_{1_{d_k}})$ случайного рассеивания среднего размера на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп;

$Sc^{B}_{\max_k}$ – k-й вероятностный средний наибольший зазор, ограничивающий случайное рассеивание среднего зазора Sc_k в сопряжениях на интервалах $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп в пределах возникающей с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_{(i-1)_D} = |\bar{x}_{0_{D_k}} - \bar{x}_{(i-1)_D}|$ относительно нижней $\bar{x}_{(i-1)_D}$ из приемочных границ $\bar{x}_{i_D}$, $\bar{x}_{(i-1)_D}$ на интервалах $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}},\ +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из одноименных крайних размерных групп вероятностной ошибки первого рода для отверстий в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными $(\alpha_{1_{D_k}})$;

$Sc^{B}_{\min_k}$ – k-й вероятностный средний наименьший зазор, ограничивающий случайное рассеивание среднего зазора Sc_k в сопряжениях на интервалах$(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}},\ +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп в пределах возникающей с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_{(i-1)_d} = |\bar{x}_{0_{d_k}} - \bar{x}_{(i-1)_d}|$ относительно нижней $\bar{x}_{(i-1)_d}$ из приемочных границ $\bar{x}_{i_d}, \bar{x}_{(i-1)_D}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}},\ +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из одноименных крайних размерных групп вероятностной ошибки первого рода для валов в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными $(\alpha_{1_{d_k}})$;

$Nc^B_{\max_k}$ – k-й вероятностный средний наибольший натяг, ограничивающий случайное рассеивание среднего натяга Nc_k в сопряжениях на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп в пределах возникающей с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_{(i-1)_d} = |\bar{x}_{0_{dk}} - \bar{x}_{(i-1)_d}|$ относительно нижней $\bar{x}_{(i-1)_d}$ из приемочных границ $\bar{x}_{i_d}$, $\bar{x}_{(i-1)_d}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из одноименных крайних размерных групп вероятностной ошибки первого рода для валов в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными ($\alpha_{1_{dk}}$); $Nc^B_{\min_k}$ – k-й вероятностный средний наименьший натяг, ограничивающий случайное рассеивание среднего натяга Nc_k в сопряжениях на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп в пределах возникающей с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_{(i-1)_D} = |\bar{x}_{0_{Dk}} - \bar{x}_{(i-1)_D}|$ относительно нижней $\bar{x}_{(i-1)_D}$ из приемочных границ $\bar{x}_{i_D}$, $\bar{x}_{(i-1)_D}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из одноименных крайних размерных групп вероятностной ошибки первого рода для отверстий в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными ($\alpha_{1_{Dk}}$); $T^B_{Sc_k}(T^B_{Nc_k}) \in (-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}], [\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k) \cup (-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}], [\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k) \Leftrightarrow$ $\Leftrightarrow$ $(\alpha_{1_{Dk}} \cup \alpha_{1_{dk}})$ – вероятностный допуск случайного рассеивания среднего зазора и натяга $Sc_k(Nc_k)$ в сопряжениях на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп, ограничивающий объединением вероятностных ошибок первого рода для отверстий и валов $(\alpha_{1_{Dk}} \cup \alpha_{1_{dk}})$ случайное рассеивание среднего размера на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп;

и в пределах ограниченного объединением вероятностных ошибок второго рода для отверстий и валов $(\beta_{1_{Dk}} \cup \beta_{1_{dk}})$ случайного рассеивания среднего размера на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}], [\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k) \cup (-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}], [\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k) \Leftrightarrow (\beta_{1_{Dk}} \cup \beta_{1_{dk}})$

$$\begin{gathered}
Sc^B_{\max_k} = D_{\beta_{1_{Dk}}} - d_{\beta_{1_{dk}}} = E_{c_k} - \left(e_{c_k} - \left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{dk}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{dk}}}\right) - e_{c_k}\right)\right) = \\
= \left(E_{c_k} - e_{c_k}\right) + \sqrt{\left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{dk}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{dk}}}\right) - e_{c_k}\right)^2} = \left(E_{c_k} - e_{c_k}\right) + \sqrt{\left(z_{0,5-\beta_{1_{dk}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{dk}}}\right)^2} = Sc_k + \frac{T^B_{Sc_k}}{2}; \\
Sc^B_{\min_k} = D_{\beta_{1_{Dk}}} - d_{\beta_{1_{dk}}} = \left(E_{c_k} - \left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{Dk}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{Dk}}}\right) - E_{c_k}\right)\right) - e_{c_k} = \\
= \left(E_{c_k} - e_{c_k}\right) - \sqrt{\left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{Dk}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{Dk}}}\right) - E_{c_k}\right)^2} = \left(E_{c_k} - e_{c_k}\right) - \sqrt{\left(z_{0,5-\beta_{1_{Dk}}}\ \Delta\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{Dk}}}\right)^2} = Sc_k - \frac{T^B_{Sc_k}}{2}; \\
Nc^B_{\max_k} = d_{\beta_{1_{Dk}}} - D_{\beta_{1_{dk}}} = e_{c_k} - \left(\left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{Dk}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{Dk}}}\right) - E_{c_k}\right)\right) = \\
= \left(e_{c_k} - E_{c_k}\right) + \sqrt{\left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{Dk}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{Dk}}}\right) - E_{c_k}\right)^2} = \left(e_{c_k} - E_{c_k}\right) + \sqrt{\left(z_{0,5-\beta_{1_{Dk}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{Dk}}}\right)^2} = Nc_k + \frac{T^B_{Nc_k}}{2}; \\
Nc^B_{\min_k} = d_{\beta_{1_{Dk}}} - D_{\beta_{1_{dk}}} = \left(e_{c_k} - \left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{dk}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{dk}}}\right) - e_{c_k}\right)\right) - E_{c_k} = \\
= \left(e_{c_k} - E_{c_k}\right) - \sqrt{\left(Em_k\left(\Delta\bar{x}_{0_{dk}},\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{dk}}}\right) - e_{c_k}\right)^2} = \left(e_{c_k} - E_{c_k}\right) - \sqrt{\left(z_{0,5-\beta_{1_{dk}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{dk}}}\right)^2} = Nc_k - \frac{T^B_{Nc_k}}{2}; \\
T^B_{Sc_k}\left(T^B_{Nc_k}\right) \in \left(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{Dk}}\right],\ \left[\bar{x}_{0_{Dk}},\ +\varepsilon_k\right) \cup \left(-\varepsilon_k,\ \bar{x}_{0_{dk}}\right],\ \left[\bar{x}_{0_{dk}},\ +\varepsilon_k\right) \Leftrightarrow \left(\beta_{1_{Dk}} \cup \beta_{1_{dk}}\right); \\
T^B_{Sc_k}\left(T^B_{Nc_k}\right) = \sqrt{\left(z_{0,5-\beta_{1_{Dk}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{Dk}}}\right)^2 + \left(z_{0,5-\beta_{1_{dk}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{dk}}}\right)^2}; \\
Sc^B_k = D_{\beta_{1_{Dk}}} - d_{\beta_{1_{dk}}} = \left(E_{c_k} - e_{c_k}\right) \pm \frac{T^B_{Sc_k}}{2} = Sc_k \pm \sqrt{\left(\frac{z_{0,5-\beta_{1_{Dk}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{Dk}}}}{2}\right)^2 + \left(\frac{z_{0,5-\beta_{1_{dk}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{dk}}}}{2}\right)^2}; \\
Nc^B_k = d_{\beta_{1_{Dk}}} - D_{\beta_{1_{dk}}} = \left(e_{c_k} - E_{c_k}\right) \pm \frac{T^B_{Nc_k}}{2} = Nc_k \pm \sqrt{\left(\frac{z_{0,5-\beta_{1_{Dk}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{Dk}}}}{2}\right)^2 + \left(\frac{z_{0,5-\beta_{1_{dk}}}\ \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{dk}}}}{2}\right)^2},
\end{gathered} \tag{9}$$

где E_{c_k}, e_{c_k} – координаты середины допусков действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп;

$(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}], [\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k) \cup (-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}], [\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k) \Leftrightarrow \Leftrightarrow (\beta_{1_{Dk}} \cup \beta_{1_{dk}})$ – объединение пересечений множеств $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}], [\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k) \cup (-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}], [\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k)$, задающее случайное рассеивание среднего зазора и натяга $Sc_k(Nc_k)$ в сопряжениях на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп в пределах ограниченного объединением вероятностных ошибок второго рода для отверстий и валов $(\beta_{1_{Dk}} \cup \beta_{1_{dk}})$ случайного рассеивания среднего размера на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп;

$Sc^B_{\max_k}$ – k-й вероятностный средний наибольший зазор, ограничивающий случайное рассеивание среднего зазора Sc_k в сопряжениях на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп в пределах возникающей с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_{i_D} = |\bar{x}_{i_d} - \bar{x}_{0_{dk}}|$ относительно верхней $\bar{x}_{i_d}$ из приемочных границ $\bar{x}_{i_d}$, $\bar{x}_{(i-1)_d}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из одноименных крайних размерных групп вероятностной ошибки второго рода для валов в случае ошибочного принятия некоторых годных деталей бракованными $(\beta_{1_{dk}})$;

$Sc^B_{\min_k}$ – k-й вероятностный средний наименьший зазор, ограничивающий случайное рассеивание среднего зазора Sc_k в сопряжениях на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп в пределах возникающей с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_{i_D} = |\bar{x}_{i_D} - \bar{x}_{0_{Dk}}|$ относительно верхней $\bar{x}_{i_D}$ из приемочных границ $\bar{x}_{i_D}$, $\bar{x}_{(i-1)_D}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из одноименных крайних размерных групп вероятностной ошибки второго рода для отверстий в случае ошибочного принятия некоторых годных деталей бракованными $(\beta_{1_{Dk}})$;

$Nc^B_{\max_k}$ – k-й вероятностный средний наибольший натяг, ограничивающий случайное рассеивание среднего натяга Nc_k в сопряжениях на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп в пределах возникающей с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_{i_D} = |\bar{x}_{i_D} - \bar{x}_{0_{Dk}}|$ относительно верхней $\bar{x}_{i_D}$ из приемочных границ $\bar{x}_{i_D}$, $\bar{x}_{(i-1)_D}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из одноименных крайних размерных групп вероятностной ошибки второго рода для отверстий в случае ошибочного принятия некоторых годных деталей бракованными $(\beta_{1_{Dk}})$;

$Nc^B_{\min_k}$ – k-й вероятностный средний наименьший натяг, ограничивающий случайное рассеивание среднего натяга Nc_k в сопряжениях на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп в пределах возникающей с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_{i_d} = |\bar{x}_{i_d} - \bar{x}_{0_{dk}}|$ относительно верхней $\bar{x}_{i_d}$ из приемочных границ $\bar{x}_{i_d}$, $\bar{x}_{(i-1)_d}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из одноименных крайних размерных групп вероятностной ошибки второго рода для валов в случае ошибочного принятия некоторых годных деталей бракованными $(\beta_{1_{dk}})$;

$T^B_{Sc_k}(T^B_{Nc_k}) \in (-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}], [\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k) \cup (-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}], [\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k) \Leftrightarrow \Leftrightarrow (\beta_{1_{Dk}} \cup \beta_{1_{dk}})$ – вероятностный допуск случайного рассеивания среднего зазора и натяга $Sc_k(Nc_k)$ в сопряжениях на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп, ограничивающий объединением вероятностных ошибок второго рода для отверстий и валов $(\beta_{1_{Dk}} \cup \beta_{1_{dk}})$ случайное рассеивание среднего размера на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп.

Вероятностный допуск случайного рассеивания среднего зазора и натяга в сопряжениях одноименных k-х крайних размерных групп $T^B_{Sc_k}(T^B_{Nc_k})$ вычисляется алгебраической разностью вероятностных средних зазоров и натягов в сопряжениях одноименных k-х крайних размерных групп

$$T^B_{Sc_k} = Sc^B_{\max_k} - Sc^B_{\min_k}; \quad T^B_{Nc_k} = Nc^B_{\max_k} - Nc^B_{\min_k} \qquad (10)$$

среднеквадратическим сложением верхних пределов одностороннего случайного рассеивания среднего размера на интервалах отверстий $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k)$ и валов $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп или среднеквадратическим сложением нижних пределов одностороннего случайного рассеивания среднего размера на интервалах отверстий $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{Dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{Dk}}, +\varepsilon_k)$ и валов $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{dk}}]$, $[\bar{x}_{0_{dk}}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп

$$\begin{aligned} T^B_{Sc_k}\left(T^B_{Nc_k}\right) &= \sqrt{\left(+\varepsilon_{Dk}\right)^2 + \left(+\varepsilon_{dk}\right)^2} = \\ &= \sqrt{\left(z_{0,5-\alpha_{1_{Dk}}}\,\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{Dk}}}\right)^2 + \left(z_{0,5-\alpha_{1_{dk}}}\,\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{dk}}}\right)^2}; \\ T^B_{Sc_k}\left(T^B_{Nc_k}\right) &= \sqrt{\left(-\varepsilon_{Dk}\right)^2 + \left(-\varepsilon_{dk}\right)^2} = \\ &= \sqrt{\left(z_{0,5-\beta_{1_{Dk}}}\,\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{Dk}}}\right)^2 + \left(z_{0,5-\beta_{1_{dk}}}\,\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{dk}}}\right)^2}, \end{aligned} \qquad (11)$$

где $-\varepsilon_{D_k}$, ε_{d_k} – верхние пределы одностороннего случайного рассеивания среднего размера на интервалах отверстий $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, и валов $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп;

$-\varepsilon_{D_k}$, $-\varepsilon_{d_k}$ – нижние пределы одностороннего случайного рассеивания среднего размера на интервалах отверстий $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, и валов $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп.

Случайное рассеивание среднего зазора и натяга $Sc_k(Nc_k)$ в сопряжениях интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп ограничено случайным рассеиванием среднего размера отверстий $\pm\alpha_{\Delta\bar{x}_{D_k}}$ и валов $\pm\alpha_{\Delta\bar{x}_{d_k}}$ одноименных k-х крайних размерных групп, задаваемого на интервалах допусков действительных размеров соответственно отверстий $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, и валов $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ одноименных k-х крайних размерных групп в виде замыкающего звена размерной цепи разностью между k-й координатой центра группирования действительного поля рассеивания $Em_k(\Delta\bar{x}_{0_k}, \sigma_{\sum\Delta\bar{x}_k})$ плотности вероятности совокупности средней $p(\mu'_k, \sigma_{\sum\Delta\bar{x}_k}, \Delta\bar{x}_{0_k})$ k-й из одноименных крайних размерных групп и координатой середины допуска $Ec_k(IT)$, $ec_k(IT)$ действительных размеров той же k-й из одноименных крайних размерных групп в пределах вероятностной ошибки первого рода в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными (α_{1_k}) на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров k-й из одноименных крайних размерных групп

$$\begin{gathered}
|Em_k(\Delta\bar{x}_{0_{D_k}}, \sigma_{\sum\Delta\bar{x}_{D_k}}) - Ec_k(IT)| = \\
= +\alpha_{\Delta\bar{x}_{D_k}} \in (-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}], [\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k) \Leftrightarrow \alpha_{1_{D_k}}; \\
|Em_k(\Delta\bar{x}_{0_{d_k}}, \sigma_{\sum\Delta\bar{x}_{d_k}}) - ec_k(IT)| = \\
= +\alpha_{\Delta\bar{x}_{d_k}} \in (-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}], [\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k) \Leftrightarrow \alpha_{1_{d_k}}
\end{gathered} \tag{12}$$

и в пределах вероятностной ошибки второго рода в случае ошибочного принятия некоторых годных деталей бракованными (β_{1_k}) на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров k-й из одноименных крайних размерных групп

$$\begin{gathered}
|Em_k(\Delta\bar{x}_{0_{D_k}}, \sigma_{\sum\Delta\bar{x}_{D_k}}) - Ec_k(IT)| = \\
= -_{\Delta\bar{x}_{D_k}} \in (-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}], [\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k) \Leftrightarrow \beta_{1_{D_k}}; \\
|Em_k(\Delta\bar{x}_{0_{d_k}}, \sigma_{\sum\Delta\bar{x}_{d_k}}) - ec_k(IT)| = \\
= -\alpha_{\Delta\bar{x}_{d_k}} \in (-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}], [\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k) \Leftrightarrow \beta_{1_{d_k}}.
\end{gathered} \tag{13}$$

Графическое представление случайного смещения среднего размера относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ допусков действительных размеров k-х промежуточных и крайних размерных групп приведено на рис. 1.

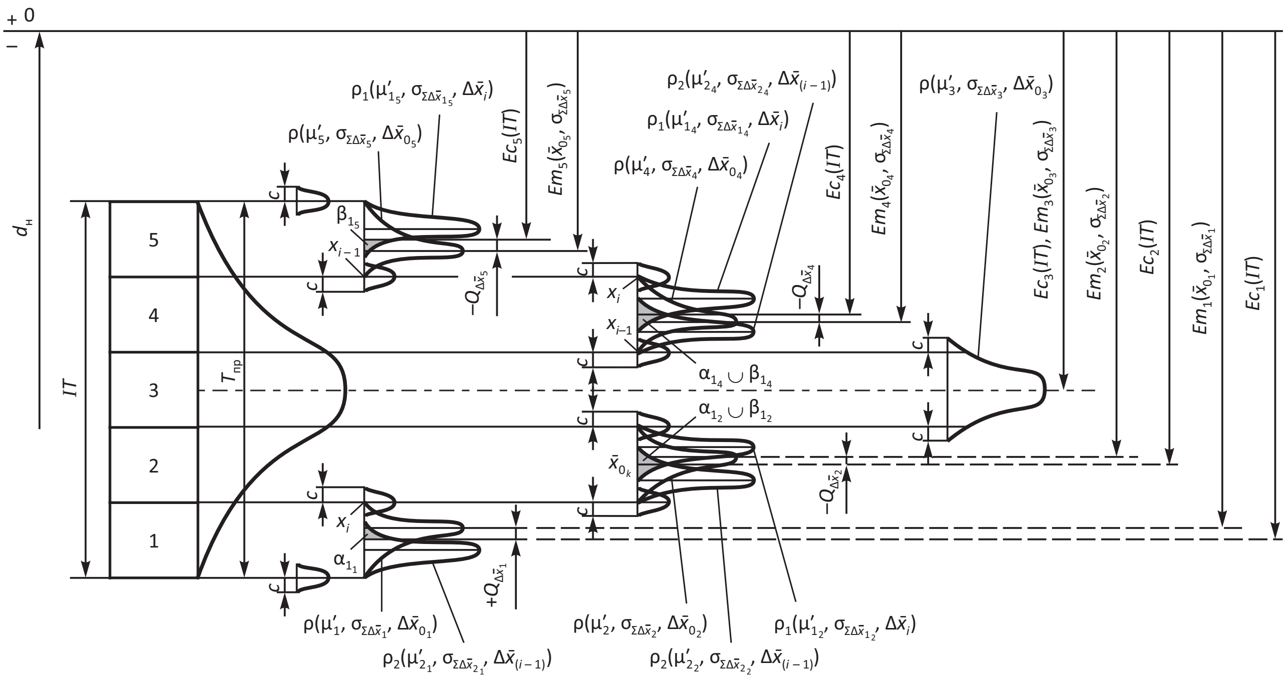

Рис. 1. Графическое представление случайного смещения среднего размера относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ допусков действительных размеров k-х промежуточных и крайних размерных групп

Fig. 1. Graphical representation of a random displacement of the average size relative to the upper and lower acceptance boundaries $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ at the tolerances intervals $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ of the actual dimensions of the k-th of intermediate and extreme dimensional groups

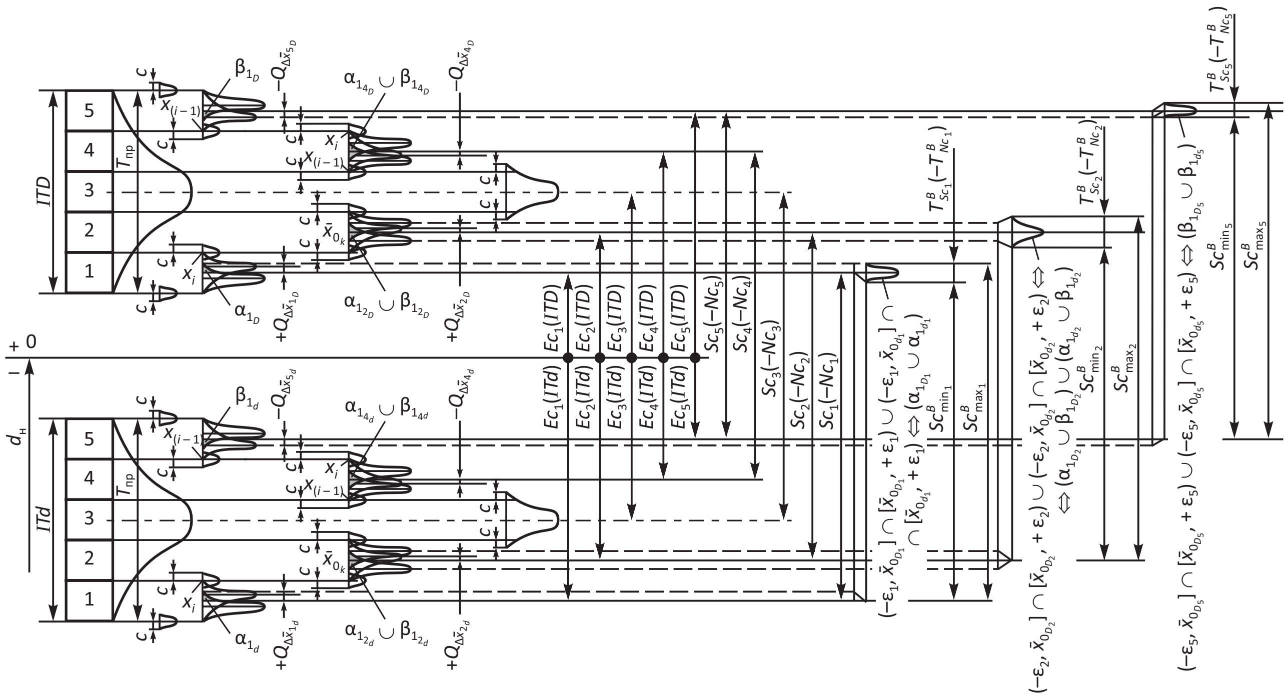

Рис. 2. Схема разбиения допусков действительных размеров на равное число размерных групп с неучтенным случайным рассеиванием среднего зазора и натяга $Sc_k(Nc_k)$ в сопряжениях одноименных k-х промежуточных и крайних размерных групп

Fig. 2. The scheme of splitting the tolerances of actual dimensionsinto an equal number of dimensional groups with unaccounted random scattering of the average clearance and interference $Sc_k(Nc_k)$ in the conjugations of the eponymous k-th intermediate and extreme dimensional groups

Схема разбиения допусков действительных размеров на равное число размерных групп с неучтенным случайным рассеиванием среднего зазора и натяга $Sc_k(Nc_k)$ в сопряжениях одноименных k-х промежуточных и крайних размерных групп приведена на рис. 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования могут применяться для нахождения количественной оценки неопределенности случайного рассеивания среднего зазора и натяга $Sc_k(Nc_k)$ в сопряжениях одноименных k-х промежуточных и крайних размерных групп, случайного рассеивания среднего размера относительной верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ допусков действительных размеров k-х промежуточных и крайних размерных групп, корректирования параметров технологического процесса сборки деталей при комплектовании и подборе сортировкой их на равное число размерных групп, например, при сборке таких деталей как гильз цилиндров и поршней, поршневого пальца и подшипниковой втулки, размещенной в верхней головке шатунов, отверстие в блоке цилиндров – толкатель, коренных и шатунных шеек коленчатого вала и их вкладышей, тел качения при их установке в подшипниках качения.

ВЫВОДЫ

Результаты исследования основаны на следующих выводах.

Вероятностная ошибка первого рода в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными (α_{1_k}) на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ допусков действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп задает предел одностороннего, выше координаты середины допуска $Ec_k(IT)$ действительных размеров случайного смещения среднего размера k-й из промежуточных размерных групп, возникает с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_{(i-1)} = |\bar{x}_{0_k} - \bar{x}_{(i-1)}|$ относительно нижней из приемочных границ $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп.

Вероятностная ошибка второго рода в случае ошибочного принятия некоторых годных деталей бракованными (β_{1_k}) на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ допусков действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп задает предел одностороннего, ниже координаты середины допуска $Ec_k(IT)$ действительных размеров случайного смещения среднего размера k-й из промежуточных размерных групп, возникает с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_i = |\bar{x}_i - \bar{x}_{0_k}|$ относительно верхней из приемочных границ $\bar{x}_i$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп.

Расхождение разностей среднего размера $\Delta\bar{x}_i = |\bar{x}_i - \bar{x}_{0_k}|$, $\Delta\bar{x}_{(i-1)} = |\bar{x}_{0_k} - \bar{x}_{(i-1)}|$ относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп оказывает влияние на вероятностную оценку результатов сортировки деталей и с появлением на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ допусков действительных размеров k-й из промежуточных размерных групп областей вероятностных ошибок первого и второго рода в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными (α_{1_k}) и некоторых годных деталей бракованными (β_{1_k}) приводит в пределах ограниченного пересечением множеств $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}] \cap [\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k) \Leftrightarrow \alpha_{1_k} \cup \beta_{1_k}$ объединения приведенных k-х областей двустороннему, как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec_k(IT)$ действительных размеров случайному смещению среднего размера k-й из промежуточных размерных групп

$$+\varepsilon_k = \bar{x}_{0_k} + z_{0,5-\alpha_{1k}} \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2k}};$$

$$-\varepsilon_k = \bar{x}_{0_k} - z_{0,5-\beta_{1k}} \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1k}},$$

где $+\varepsilon_k$ – вычисляемый из аргумента функции Лапласа

$$\frac{\varepsilon_k - \bar{x}_{0_k}}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}}} = z_{0,5-\alpha_{1_k}}$$

верхний предел двустороннего, как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec_k(IT)$ действительных размеров случайного смещения среднего размера k-й из промежуточных размерных групп;

$-\varepsilon_k$ – вычисляемый из аргумента функции Лапласа

$$\frac{\bar{x}_{0_k} - \varepsilon_k}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_k}}} = z_{0,5-\beta_{1_k}}$$

нижний предел двустороннего, как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec_k(IT)$ действительных размеров случайного смещения среднего размера k-й из промежуточных размерных групп.

Расхождение разностей среднего размера

$$\Delta\bar{x}_{i_D} = |\bar{x}_{i_D} - \bar{x}_{0_{D_k}}|; \quad \Delta\bar{x}_{(i-1)_D} = |\bar{x}_{0_{D_k}} - \bar{x}_{(i-1)_D}|;$$

$$\Delta\bar{x}_{i_d} = |\bar{x}_{i_d} - \bar{x}_{0_{d_k}}|; \quad \Delta\bar{x}_{(i-1)_d} = |\bar{x}_{0_{d_k}} - \bar{x}_{(i-1)_d}|$$

относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_{i_D}$, $\bar{x}_{(i-1)_D}$, $\bar{x}_{i_d}$, $\Delta\bar{x}_{(i-1)_d}$ на интервалах допусков действительных размеров $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ одноименных k-х промежуточных размерных групп приводит к случайному рассеиванию среднего зазора и натяга $Sc_k(Nc_k)$ в сопряжениях одноименных k-х промежуточных размерных групп в пределах ограниченного объединением пересечений множеств

$$(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}] \cap [\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k) \cup (-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}] \cap [\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow (\alpha_{1_{D_k}} \cup \beta_{1_{D_k}}) \cup (\alpha_{1_{d_k}} \cup \beta_{1_{d_k}})$$

случайного рассеивания среднего размера на интервалах отверстий $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$ и валов $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ одноименных k-х промежуточных размерных групп.

Вероятностный допуск случайного рассеивания среднего зазора и натяга в сопряжениях одноименных k-х промежуточных размерных групп $T^B_{Sc_k}(T^B_{Nc_k})$ вычисляется алгебраической разностью вероятностных средних зазоров и натягов в сопряжениях одноименных k-х промежуточных размерных групп или среднеквадратическим сложением алгебраической разности пределов двустороннего как выше, так и ниже координаты середины допуска (Ec_k, ec_k) действительных размеров случайного рассеивания среднего размера одноименных k-х промежуточных размерных групп

$$T^B_{Sc_k} = Sc^B_{\max_k} - Sc^B_{\min_k} = \sqrt{\left(z_{0,5-\alpha_{1_{D_k}}} \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{D_k}}} + z_{0,5-\beta_{1_{D_k}}} \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{D_k}}}\right)^2 + \left(z_{0,5-\alpha_{1_{d_k}}} \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{d_k}}} + z_{0,5-\beta_{1_{d_k}}} \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{d_k}}}\right)^2};$$

$$T^B_{Nc_k} = Nc^B_{\max_k} - Nc^B_{\min_k} = \sqrt{\left(z_{0,5-\alpha_{1_{D_k}}} \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{D_k}}} + z_{0,5-\beta_{1_{D_k}}} \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{D_k}}}\right)^2 + \left(z_{0,5-\alpha_{1_{d_k}}} \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{d_k}}} + z_{0,5-\beta_{1_{d_k}}} \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{d_k}}}\right)^2};$$

$$T^B_{Sc_k}\left(T^B_{Nc_k}\right) = \sqrt{\left(+\varepsilon_{D_k} - \left(-\varepsilon_{D_k}\right)\right)^2 + \left(+\varepsilon_{d_k} - \left(-\varepsilon_{d_k}\right)\right)^2} =$$

$$= \sqrt{\left(z_{0,5-\alpha_{1_{D_k}}} \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{D_k}}} + z_{0,5-\beta_{1_{D_k}}} \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{D_k}}}\right)^2 + \left(z_{0,5-\alpha_{1_{d_k}}} \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{d_k}}} + z_{0,5-\beta_{1_{d_k}}} \sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{d_k}}}\right)^2},$$

где $-\varepsilon_{D_k}$, $+\varepsilon_{D_k}$, $-\varepsilon_{d_k}$, $+\varepsilon_{d_k}$ – пределы двустороннего, как выше, так и ниже координаты середины допуска (Ec_k, ec_k) действительных размеров случайного рассеивания среднего размера одноименных k-х промежуточных размерных групп.

Расхождение разностей среднего размера $\Delta\bar{x}_i = |\bar{x}_i - \bar{x}_{0_k}|$, $\Delta\bar{x}_{(i-1)} = |\bar{x}_{0_k} - \bar{x}_{(i-1)}|$, относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров

k-й из крайних размерных групп приводит к одностороннему случайному рассеиванию среднего размера на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ допусков действительных размеров k-й из крайних размерных групп – в пределах вероятностной ошибки первого рода в случае ошибочного принятия некоторых бракованных деталей годными (α_{1_k}) с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_{(i-1)} = |\bar{x}_{0_k} - \bar{x}_{(i-1)}|$ относительно нижней $\bar{x}_{(i-1)}$ из приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп $+\varepsilon_k = \bar{x}_{0_k} + z_{0,5-\alpha_{1_k}}\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}}$ и в пределах вероятностной ошибки второго рода в случае ошибочного принятия некоторых годных деталей бракованными (β_{1_k}) с расхождением разности среднего размера $\Delta\bar{x}_i = |\bar{x}_i - \bar{x}_{0_k}|$ относительно верхней $\bar{x}_i$ из приемочных границ $\bar{x}_i$, $\bar{x}_{(i-1)}$ на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп $-\varepsilon_k = \bar{x}_{0_k} - z_{0,5-\beta_{1k}}\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1k}}$, где $+\varepsilon_k$ – вычисляемый из аргумента функции Лапласа

$$\frac{\varepsilon_k - \bar{x}_{0_k}}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_k}}} = z_{0,5-\alpha_{1_k}}$$

верхний предел одностороннего случайного рассеивания среднего размера на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп; $-\varepsilon_k$ – вычисляемый из аргумента функции Лапласа

$$\frac{\bar{x}_{0_k} - \varepsilon_k}{\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_k}}} = z_{0,5-\beta_{1_k}}$$

нижний предел одностороннего случайного рассеивания среднего размера на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_k}]$, $[\bar{x}_{0_k}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$ действительных размеров k-й из крайних размерных групп.

Расхождение разностей среднего размера

$$\Delta\bar{x}_{i_D} = |\bar{x}_{i_D} - \bar{x}_{i_{D_k}}|; \quad \Delta\bar{x}_{(i-1)_D} = |\bar{x}_{0_{D_k}} - \bar{x}_{(i-1)_D}|;$$
$$\Delta\bar{x}_{i_d} = |\bar{x}_{i_d} - \bar{x}_{0_{d_k}}|; \quad \Delta\bar{x}_{(i-1)_d} = |\bar{x}_{0_{d_k}} - \bar{x}_{(i-1)_d}|,$$

относительно верхней и нижней приемочных границ $\bar{x}_{i_D}$, $\bar{x}_{(i-1)_D}$, $\bar{x}_{i_d}$, $\bar{x}_{(i-1)_d}$ на интервалах отверстий $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$ и валов $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ как выше, так и ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп приводит к случайному рассеиванию среднего зазора и натяга $Sc_k(Nc_k)$ в сопряжениях одноименных k-х крайних размерных групп в пределах ограниченного объединением вероятностных ошибок первого рода для отверстий и валов $(\alpha_{1_{D_k}} \cup \alpha_{1_{d_k}})$ случайного рассеивания среднего размера на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k) \cup (-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k) \Leftrightarrow$ $\Leftrightarrow (\alpha_{1_{D_k}} \cup \alpha_{1_{d_k}})$ и объединения вероятностных ошибок второго рода для отверстий и валов $(\beta_{1_{D_k}} \cup \beta_{1_{d_k}})$ случайного рассеивания среднего размера на интервалах $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$, $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}] \cup (-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k) \Leftrightarrow$ $\Leftrightarrow (\beta_{1_{D_k}} \cup \beta_{1_{d_k}})$.

Вероятностный допуск случайного рассеивания среднего зазора и натяга в сопряжениях одноименных k-х крайних размерных групп $T^B_{Sc_k}(T^B_{Nc_k})$ вычисляется алгебраической разностью вероятностных средних зазоров и натягов в сопряжениях одноименных k-х крайних размерных групп

$$T^B_{Sc_k} = Sc^B_{\max_k} - Sc^B_{\min_k}; \quad T^B_{Nc_k} = Nc^B_{\max_k} - Nc^B_{\min_k},$$

среднеквадратическим сложением верхних пределов одностороннего случайного рассеивания среднего размера на интервалах отверстий $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$ и валов $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп или среднеквадратическим сложением нижних пределов одностороннего случайного рассеивания среднего размера на интервалах отверстий $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$ и валов $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп

$$T^B_{Sc_k}\left(T^B_{Nc_k}\right) = \sqrt{\left(+\varepsilon_{Dk}\right)^2 + \left(+\varepsilon_{dk}\right)^2} =$$
$$= \sqrt{\left(z_{0,5-\alpha_{1_{D_k}}}\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{D_k}}}\right)^2 + \left(z_{0,5-\alpha_{1_{d_k}}}\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{2_{d_k}}}\right)^2};$$
$$T^B_{Sc_k}\left(T^B_{Nc_k}\right) = \sqrt{\left(-\varepsilon_{Dk}\right)^2 + \left(-\varepsilon_{dk}\right)^2} =$$
$$= \sqrt{\left(z_{0,5-\beta_{1_{D_k}}}\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{D_k}}}\right)^2 + \left(z_{0,5-\beta_{1_{d_k}}}\sigma_{\Sigma\Delta\bar{x}_{1_{d_k}}}\right)^2},$$

где $+\varepsilon_{D_k}$, $+\varepsilon_{d_k}$ – верхние пределы одностороннего случайного рассеивания среднего размера на интервалах отверстий $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$ и валов $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ ниже координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп;

$-\varepsilon_{D_k}$, $-\varepsilon_{d_k}$ – нижние пределы одностороннего случайного рассеивания среднего размера на интервалах отверстий $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{D_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{D_k}}, +\varepsilon_k)$ и валов $(-\varepsilon_k, \bar{x}_{0_{d_k}}]$, $[\bar{x}_{0_{d_k}}, +\varepsilon_k)$ выше координаты середины допуска $Ec(IT)$, $ec(IT)$ действительных размеров одноименных k-х крайних размерных групп.

 ISSN 2313-223X Print
ISSN 2587-9693 Online

Литература

1. *Laurent P.*, *Rouetbi O.*, *Anselmetti B.* Tolerance analysis of hyperstatic mechanical systems with deformations // Procedia CIRP. 2018. Vol. 75. Pp. 244–249. DOI: 10.1016/j.procir.2018.04.059.
2. *Noppachai Saivaew*, *Suthep Batdee*. Decision making for effective assembly machined parts selection using fuzzy AHP and fuzzy logic // Materials Today: Proceedings. 2020. Vol. 26. Part 2. Pp. 2265–2271. DOI: 10.1016/j.matpr.2020.02.491.
3. *Ghandi S.*, *Masehian E.* Review and taxonomies of assembly and disassembly path planning problems and approaches // Computer-Aided Design. 2015. Vol. 67–68. Pp. 58–86. DOI: 10.1016/j.cad.2015.05.001.
4. *Kannan S.M.*, *Raja G. Pandian*. A new selective assembly model for achieving specified clearance in radial assembly // Materials Today: Proceedings. 2021. Vol. 46. Pp. 7411–7417. DOI: 10.1016/j.matpr.2020.12.1229.
5. *Caputo A.C.*, *Di Salvo G.* An economic decision model for selective assembly // International Journal of Production Economics. 2019. Vol. 207. Pp. 56–69. DOI: 10.1016/j.ijpe.2018.11.004.
6. *Сорокин М.Н.*, *Колтунов И.И.* Схема проектирования при селективной сборке изделий типа «подшипник» // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2015. № 10. С. 16–22.
7. *Häggström D.*, *Sellgren U.*, *Björklund S.* The effect of manufacturing tolerances on the thermomechanical load of gearbox synchronizers // Procedia CIRP: 51st CIRP Conference on Manufacturing Systems. 2018. Vol. 72. Pp. 1202–1207. DOI: 10.1016/j.procir.2018.03.050.
8. Пат. 2744306, Российская Федерация, МПК F16C 43/00, B07C 5/04. Способ сборки равного количества деталей при комплектовании и подборе сортировкой их на равное число размерных групп / Н.Н. Чигрик; заявитель и патентообладатель Н.Н. Чигрик; № 2020122969; заявл. 06.07.2020, опубл. 05.03.2021. Бюл. № 7.
9. *Чигрик Н.Н.* Количественная оценка неопределенности случайного рассеивания среднего зазора и натяга в сопряжениях // Омский научный вестник. 2022. № 4 (184). С. 101–111. DOI: 10.25206/1813-8225-2022-184-101-111.

References

1. *Laurent P.*, *Rouetbi O.*, *Anselmetti B.* Tolerance analysis of hyperstatic mechanical systems with deformations. *Procedia CIRP*. 2018. Vol. 75. Pp. 244–249. DOI: 10.1016/j.procir.2018.04.059.
2. *Noppachai Saivaew*, *Suthep Batdee*. Decision making for effective assembly machined parts selection using fuzzy AHP and fuzzy logic. *Materials Today*: *Proceedings*. 2020. Vol. 26. Part 2. Pp. 2265–2271. DOI: 10.1016/j.matpr.2020.02.491.
3. *Ghandi S.*, *Masehian E.* Review and taxonomies of assembly and disassembly path planning problems and approaches. *Computer-Aided Design*. 2015. Vol. 67–68. Pp. 58–86. DOI: 10.1016/j.cad.2015.05.001.
4. *Kannan S.M.*, *Raja G. Pandian*. A new selective assembly model for achieving specified clearance in radial assembly. *Materials Today*: *Proceedings*. 2021. Vol. 46. Pp. 7411–7417. DOI: 10.1016/j.matpr.2020.12.1229.
5. *Caputo A.C.*, *Di Salvo G.* An economic decision model for selective assembly. *International Journal of Production Economics*. 2019. Vol. 207. Pp. 56–69. DOI: 10.1016/j.ijpe.2018.11.004.
6. *Sorokin M.N.*, *Koltunov I.I.* Scheme of designing by selective assembly of products of the “bearing” type. *Assembly in Mechanical Engineering*, *Instrumentation*. 2015. No. 10. Pp. 16–22.
7. *Häggström D.*, *Sellgren U.*, *Björklund S.* The effect of manufacturing tolerances on the thermomechanical load of gearbox synchronizers. *Procedia CIRP*: *51st CIRP Conference* on *Manufacturing Systems*. 2018. Vol. 72. Pp. 1202–1207. DOI: 10.1016/j.procir.2018.03.050.
8. Pat. 2744306, Russian Federation, MPK F16C, B07C 5/04. The way of assembly of an equal number of parts when completing and selecting by sorting them into an equal number of dimensional groups. N.N. Chigrik; applicant and patentee N.N. Chigrik; № 2020122969; applicable on 06.07.2020, published on 05.03.2021. Newsletter №7.
9. *Chigrik N.N.* A quantitative estimate of uncertainty of the random scattering of the average clearance and interference in mating. *Omsk Scientific Bulletin*. 2022. No. 4 (184). Pp. 101–111. DOI: 10.25206/1813-8225-2022-184-101-111.

Статья проверена программой Антиплагиат. Оригинальность – 76,03%

Р е ц е н з е н т: *Лисин В.А.*, кандидат технических наук, доцент; доцент кафедры «Автомобильный транспорт» ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет» (СибАДИ)

Статья поступила в редакцию 07.02.2023, принята к публикации 18.03.2023
The article was received on 07.02.2023, accepted for publication 18.03.2023

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Чигрик Надежда Николаевна, кандидат технических наук, доцент; преподаватель кафедры химической технологии Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского. Омск, Российская Федерация. ORCID: http://orcid.org/0000-0001-6938-029X; E-mail: chigrik2014@gmail.com

ABOUT THE AUTHOR

Nadezhda N. Chigrik, Candidate of Engineering, Associate Professor; teacher at the Department of Chemical Technology of the Dostoevsky Omsk State University. Omsk, Russian Federation. ORCID: http://orcid.org/0000-0001-6938-029X; E-mail: chigrik2014@gmail.com