АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ, СТАБИЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

С.А. Корнилович¹, *Б.С. Трофимов²

¹ФБГОУ ВО « Омский государственный аграрный университет
им. П.А. Столыпина», г. Омск, Россия

²ФГБОУ ВО «СибАДИ», г. Омск, Россия

*trofim_bs@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Введение. Статья посвящена проблеме качества восстановления коленчатых валов авто-тракторных двигателей на примере двигателей ЯМЗ – 238НБ. Несмотря на многолетний опыт ремонтной отрасли по осуществлению технологического процесса шлифования коленчатых валов при их восстановлении качество его выполнения остается низким. Уменьшить появление погрешностей при восстановлении коленчатых валов, как и любых других деталей, можно только в том случае, если оперативно обнаружить причины их возникновения. Целью работы является выявление причин образования погрешностей технологического процесса шлифования коленчатых валов под ремонтные размеры по данным результатов технического контроля и наблюдений хода технологического процесса.

Материалы и методы. Методологической базой для проведения экспериментальных и теоретических исследований в настоящей работе является системный анализ. Для исследований используется структурно-функциональное представление об объекте, а основанием для декомпозиции служит модель, которая применяется для анализа процесса шлифования.

Результаты. При анализе результатов измерений шатунных шеек, шлифованных под ремонтные размеры, применен преобразованный опытно-статистический метод. Особенность метода состоит в алгебраическом представлении алгоритма расчетов, который сведен к простым формулам, что позволяет легко программировать расчеты на ЭВМ. Изложен порядок обработки ряда полученных числовых величин и построения кривых распределения для оценки соответствия вероятности экспериментального распределения теоретическому.

Заключение. Реализация приведенного в статье алгоритма расчета точности и стабильности для технологического процесса шлифования коленчатых валов при их восстановлении позволит уменьшить значение погрешностей. Снижение погрешностей при процессе восстановления коленчатых валов позволит повысить качество ремонта, таким образом, продлив работоспособность коленчатого вала.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: коленчатый вал, шатунные шейки, шлифование, ремонтный размер, качество, овальность, восстановление.

© С.А. Корнилович, Б.С. Трофимов

Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

PRECISION, STABILITY ANALYSIS OF THE CRANKSHAFT GRINDING TECHNOLOGICAL PROCESS

S.A. Kornilovich¹, *B.S. Trofimov²

¹Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

²Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russia

trofim_bs@mail.ru

ABSTRACT

Introduction. The article is devoted to the problem of the crankshafts quality of automotive tractor engines on the example of YaMZ - 238NB engines. Despite years of experience in the repair industry to implement the technological process of the crankshafts grinding during their restoration, the quality of its implementation is not sufficient. Therefore, for reducing errors in restoring crankshafts, as well as in any other parts, it is possible only if the reasons for their occurrence are promptly identified. The purpose of the research is to identify the reasons of the errors in the process of grinding crankshafts for repair dimensions according to the results of technical control and observation of the technological process.

Materials and methods. The methodological basis for experimental and theoretical research is a system analysis. The structural and functional representation of the object is also used for research, and the model for the analysis of the grinding process serves as the basis for the decomposition.

Results. While analyzing the measurements results of the rod necks connection and polishing for repair dimensions, the transformed experimental-statistical method is applied. The peculiarity of the method consists in the algebraic transformation of the calculation algorithm, which is reduced to simple formulas for semi-finished products and which makes it easy to program calculations on the computer. In addition, the order of processing the number of obtained numerical values and construction of distribution curves is stated for estimating the correspondence between the probability of the experimental distribution and the theoretical distribution.

Discussion and conclusions. The implementation of the algorithm for calculating the accuracy and stability for the technological process of grinding the crankshafts during their restoration would reduce the error value. Moreover, the reduction of errors during the process of crankshafts restoration would improve the quality of repair, thus prolonging the crankshaft serviceability.

KEYWORDS: crankshaft, crankpins, grinding, repair size, quality, ovality, restoration.

© S.A. Kornilovich, B.S. Trofimo

Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

ВВЕДЕНИЕ

Известный метод восстановления деталей шлифования подремонтные размеры широко и оправдано применяется на ремонтных предприятиях автомобильного транспорта и сельского хозяйства при восстановлении коленчатых валов автотракторных двигателей [1, 2]. Например, за шесть месяцев на ремонтно-механическом заводе «Степной» Омской области было восстановлено 696 коленчатых валов двигателей ЯМЗ-238НБ и ЯМЗ-236, что составило 13% от общей стоимости восстановленных деталей на заводе за этот период [3, 4]. Несмотря на многолетний опыт ремонтной отрасли по осуществлению технологического процесса шлифования коленчатых валов при их восстановлении качество его выполнения остается низким. По результатам измерения шатунных шеек преднамеренной выборки десяти коленчатых валов ЯМЗ-238НБ, шлифованных на первый ремонтный размер, не соответствовали техническим требованиям по размеру на 52%, по овальности на 45%, а среди валов, шлифованных на шестой ремонтный размер, по размеру на 82% и по овальности на 55%. Уменьшить появление погрешностей при восстановлении коленчатых валов, как и любых других деталей, можно только в том случае, если оперативно обнаружить причины их возникновения. Однако выявление причин обычно затруднено тем, что при выполнении операций восстановления деталей погрешности суммируются¹ [5]. Численное значение общей погрешности образуется в результате суммирования частных погрешностей, возникающих чаще последствием случайных, а иногда и систематических первичных факторов. Число случайных факторов и вызванных погрешностей не изменяется во времени, все случайные факторы не имеют резких отступлений, нет и доминирующих².

При восстановлении коленчатых валов шлифованием под ремонтный размер шеек практически невозможно обеспечить их 100%-й ресурс, который уменьшается с увеличением номера ремонтного размера [1].

Целью работы является выявление причин образования погрешностей технологического процесса шлифования коленчатых валов под ремонтные размеры по данным результатов

технического контроля и наблюдений хода технологического процесса шлифования непосредственно на производстве.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования приняты точность и стабильность технологического процесса восстановления коленчатых валов двигателей ЯМЗ-238НБ.

Для определения закономерностей изменения размеров коленчатого вала и стабильности технологического процесса шлифования валов при их восстановлении применен опытно-статистический метод с преобразованным алгоритмом расчетов, предложенным А.Ф. Павловым [5].

Показателем точности технологического процесса восстановления деталей является разность между фактическим и номинальным значением параметров по их распределению вероятностей (ГОСТ 15895–77), а показателем стабильности технологического процесса – среднее квадратичное отклонение контролируемого параметра [6].

По техническим требованиям допуски на размеры шатунных и коренных шеек коленчатых валов при восстановлении, как и при изготовлении новых, составляют $+0 - 0,015$ мм, овальность и конусность – $0,01$ мм [7]. Диаметр шатунных шеек основного размера 88 мм, ремонтных размеров меньше на $0,25$ мм по сравнению с каждым предшествующим. Диаметр первого ремонтного размера 87,75, а шестого ремонтного размера 86,50 мм.

Точность шлифования определяется свойством технологического процесса обеспечивать соответствие поля рассеивания размеров заданному полю допуска и его расположению, а стабильность шлифования – способностью технологического процесса обеспечивать на каждой операции в течение определенного времени сохранение в заданных пределах положения центра группирования и величины рассеивания размеров [8].

С целью выяснения причин отклонения размеров при шлифовании коленчатых валов двигателей ЯМЗ-238НБ выполнено измерение шатунных шеек первого (Р1) и шестого (Р6) ремонтного размера.

¹ Семенов В.А. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. Стандарт третьего поколения. СПб.: Питер, 2013. 192 с.

² Двоеглазов Г.А. Материаловедение: учебник. Ростов н/д : Феникс, 2015. 445 с.

Преднамеренные выборки составляли на каждый ремонтный размер по десять коленчатых валов. Кроме этого выполнены измерения шатунных шеек 15 валов основного размера, поступившие на ремонт после определенной наработки. Контролировали четыре шейки каждого вала, по две, соответствующие правому и левому ряду двигателя.

Для контроля приняты именно шатунные шейки как более подверженные отклонениям по размеру, овальности, перекоосу и от параллельности по отношению к коренным шейкам [5]. Указанный выбор ремонтных размеров (P_1) и (P_6) сделан из следующих соображений: шлифованию на первый ремонтный размер предшествует более точный вал, чем вал, неоднократно подвергаемый восстановлению шлифования за весь период эксплуатации. В процессе эксплуатации и многократного восстановления шлифованием под ремонтные размеры происходит накопление дефектов и искажений геометрических параметров. Таким образом учитывалась наследственность как эксплуатационная, так и технологическая [7]. Измерения производились рычажной скобой с ценой деления 0,002 мм в двух плоскостях в местах наибольшего и наименьшего значения диаметров. Всего выполнено 272 измерения, в том числе по 80 на валах первого и шестого ремонтного размера и 60 измерений у валов основного размера, имеющих определенную наработку и поступивших на ремонт.

Расчет среднего арифметического значения и среднеквадратического отклонения 80 измерений шатунных шеек, преднамеренной выборки коленчатых валов, выполнен опытно-статистическим методом. Особенность метода заключается в алгебраическом представлении алгоритма расчетов, который сведен к простым и удобным формулам, что позволяет легко программировать расчеты на любых ЭВМ.

Для обработки ряда полученных числовых величин и построения кривых распределения, для оценки соответствия вероятности экспериментального распределения теоретическому использованы формулы, сгруппированные в «скобки Гаусса». По условиям принятого к расчету метода все числовые значения измерений X_i преобразованы в целые числа V_i , убрана десятичная запятая и вычтены посто-

янные числа из каждого X_i . Применительно к шатунным шейкам коленчатых валов двигателей ЯМЗ-238НБ постоянные числа равны для размера первого ремонтного ($P_1 = 87,750 \pm 0,015$) – 87, а для размера шестого ремонтного ($P_6 = 86,500 \pm 0,015$) – 86. Таким образом, имеем для числового ряда первого ремонтного размера $V_i = (x_i - 87) \cdot 10^3$, а для шестого ремонтного размера – $V_i = (x_i - 86) \cdot 10^3$. Преобразованные числа должны содержать не менее двух и не более четырех десятичных знаков. Обратное преобразование чисел выполняется из выражений $X_i = 87 + 10^3 \cdot V_i$ и $X_i = 86 + 10^3 \cdot V_i$.

При работе оборудования, настроенного на технологическую операцию, распределение отклонений размеров деталей подчиняется нормальному закону распределения вероятностей Гаусса³⁴ [8]. Для обработки ряда полученных числовых значений и построения кривых распределения, с расчетом χ^2 – квадрата для оценки вероятности соответствия экспериментального распределения теоретическому, применены формулы с использованием преобразованных чисел.

Среднее арифметическое значение (центра рассеяния):

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n}, \quad (1)$$

где n – число значений (в данном случае равное числу замеров 80); V_i – преобразованные числа.

Среднеквадратическое значение:

$$\overline{V^2} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n}, \quad (2)$$

Разность среднеквадратических значений

$$[V^2] = \overline{V^2} - (\bar{V})^2, \quad (3)$$

где $(\bar{V})^2$ – квадрат среднеарифметического значения.

Среднеквадратическое отклонение (рассеяние)

$$S = \sqrt{\frac{n \cdot [V^2]}{n-1}}. \quad (4)$$

³ Семенов В.А. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. Стандарт третьего поколения. СПб.: Питер, 2013. 192 с.

⁴ Двоеглазов Г.А. Материаловедение: учебник. Ростов н/Д: Феникс, 2015. 445 с.

Число классов (интервалов)

$$K = E \cdot (\lg 12), \quad (5)$$

где E – целая часть числа N .

Ширина классов

$$\Delta = E \cdot \left(\frac{65}{K} - 0,5 \right). \quad (6)$$

Средняя классов

$$\bar{V}_0 = E \cdot \left(\bar{V} + 0,5 - H \cdot \left(\frac{K \cdot \Delta}{2} \right) \right) + H \cdot \left(\frac{K \cdot \Delta}{2} \right); \quad (7)$$

где H – дробная часть числа N .

Начало классов

$$V_0 = \bar{V}_0 - \frac{K \cdot \Delta}{2}, \quad (8)$$

$$V_{(m)\min} = V_0 + (m-1) \cdot \Delta. \quad (9)$$

Границы m -го класса ($m = 1, \dots, K$);

$$V_{(m)\max} = V_{(m)\min} + (\Delta - 1). \quad (10)$$

Середина m -го класса

$$\bar{V}_{(m)} = V_{(m)\min} + \frac{\Delta}{2}. \quad (11)$$

Подсчет P_m – количества V_i , попавших во внутрь m -го класса, по условию

$$V_{(m)\min} \leq V_i \leq V_{(m)\max}. \quad (12)$$

Теоретическая высота середины m -го класса при нормальном распределении

$$g_m = e^{-\frac{z^2}{2}}, \quad (13)$$

$$\text{где } z = \frac{V - \bar{V}}{S}.$$

Нормирующий множитель

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^K g_m}{n}. \quad (14)$$

Теоретическая повторяемость

$$P_m = \frac{g_m}{C}. \quad (15)$$

Теоретическое отклонение (разброс) ординаты

$$a_m = \pm \sqrt{C \cdot g_m}. \quad (16)$$

Сумма квадратов теоретических отклонений

$$W_o = C \cdot \sum_{i=1}^K g_m. \quad (17)$$

Экспериментальная высота (ордината), нормированная середины m -го столбика гистограммы

$$h_m = C \cdot P_m. \quad (18)$$

Сумма квадратов экспериментальных отклонений

$$W = C \sum_{i=1}^K (h_m - g_m)^2. \quad (19)$$

Расчет вероятности $P(\chi^2, \nu)$ существования соответствия экспериментального распределения теоретическому выполняется по χ -квадрат и числу степеней свободы ν . Число степеней свободы определяется при известных арифметических значениях и среднеквадратическом отклонении $\nu = K - 1$. По условиям опыта $n = 80$, классов по выражению (5) $K = 7$. Тогда число степеней свободы $\nu = 7 - 1 = 6$.

При числе степеней свободы, равном 6

$$P(\chi^2, 6) = e^{-\frac{x^2}{2}} \cdot \left(1 + \frac{x^2}{2} + \frac{(x^2)^2}{8} \right). \quad (20)$$

РЕЗУЛЬТАТЫ

По результатам 80 измерений шатунных шеек коленчатых валов, шлифованных под шестой ремонтный размер, вычислены преобразованные числа $\nu = (x - 86) / 10$ m -го класса, среднеквадратические значения и их рассеяние, ширина классов, границы и середина классов, теоретическая высота середины классов. На основе результатов расчетов построены кривые распределения вероятностей (рисунок).

Рисунок – Кривые распределения размеров шатунных шеек

Figure – Distribution curves of connecting rod diameters

При статистической обработке результатов измерений шатунных шеек коленчатых валов двигателей ЯМЗ-238НБ с использованием программы «Excel» получены следующие результаты. Сумма квадратов теоретических отклонений размеров шатунных шеек, шлифованных под шестой ремонтный размер, $W_0 = 0,114\ 352\ 7$, а экспериментального отклонения $0,067\ 502\ 496$, нормирующий множитель $C = 0,037\ 807\ 53$. Вероятность соответствия гистограммы (см. рисунок) нормальному распределению $P(\chi^2, 6) = 66\%$. Среднее значение или центр рассеяния шатунных шеек шестого ремонтного размера составил $86,492\ 55$ мм, после шлифования – $86,447\ 3$ мм. Смещение центра рассеяния от среднего размера в меньшую сторону составило $0,015$ мм. После шлифования шатунных шеек под первый ремонтный размер смещение центра рассеяния имело меньшее значение $0,011$ мм.

Центры группирования размеров шатунных шеек после их шлифования на шестой ремонтный размер сместились за предел поля допуска на $7,6$ мкм, а шлифованных под первый ремонтный размер – на $3,6$ мкм, меньше в два раза.

Овальность $0,02$ мм и более шатунных шеек коленчатых валов, шлифованных под первый ремонтный размер (Р1) была у 20% , а у шлифованных на шестой ремонтный размер (Р6) – у 100% выборки из 40 шеек. Значение овальности более $0,025$ мм имели 5% шеек, шлифованных под Р1 и 50% шеек, шлифованных под размер Р6. Овальность шеек коленчатых валов, поступивших на ремонт, была значительно больше. Наименьшее значение размера овальности $0,05 - 0,06$ мм было только у 12% шеек, а наибольшее – $0,10 - 0,15$ мм у 46% .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1) Причиной, снижающими точность размеров шлифовки коленчатых валов под ремонтные размеры, являются неравномерность припуска, искажение геометрических параметров валов в процессе эксплуатации и предшествующего шлифования под ремонтные размеры, неточность оборудования, низкий уровень технологической документации, ошибки рабочих шлифовщиков.

2) Неравномерный припуск возникает из-за значительного и неравномерного размера овальностей шатунных шеек коленчатых валов, образующихся в процессе длительной эксплуатации двигателей. Подтверждением этому являются результаты контроля преднамеренной выборки из 14 коленчатых валов двигателей ЯМЗ-238НБ, поступивших на ремонт. Размеры овальности шеек коленчатых валов контролируемой выборки превышали номинальные в три – восемь раз. Неточность оборудования выражается люфтом шпинделей и установочных центров шлифовальных станков, имеющих значительную наработку.

3) Значение погрешностей возрастает с повышением номера ремонтного размера. Процесс шлифования коленчатых валов под пятый и шестой ремонтные размеры более сложный и не во всех случаях целесообразен.

Исходя из выше изложенного считаем целесообразным периодическое проведение анализа точности и стабильности технологического процесса шлифования коленчатых валов при их восстановлении. Настройку системы «станок, приспособление, инструмент, деталь» целесообразно производить с учетом размера и формы шатунных и коренных шеек исходных коленчатых валов. Снижение погрешностей при процессе восстановления коленчатых валов позволит повысить качество ремонта двигателей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Надежность и ремонт машин / В.В. Курчаткин, Н.Ф. Тельнов, К.А. Ачкасов и др.; под ред. В.В. Курчаткина. М.: Колос, 2000. 776 с.

2. Корнилович С.А. Технологическое обоснование качества ремонта машин в сельском хозяйстве : монография. Омск: ОмГАУ, 1998. 128 с.

3. Белов Б.А. Статистическое измерение точности и стабильности технологического процесса в условиях массового машиностроительного производства // Вопросы технологической надежности / под ред. И.В. Дунина - Барковского. М.: Изд-во стандартов. 1974. 163 с.

4. Корнилович С.А. Причины интенсивного изнашивания двигателей ЯМЗ-238НБ // Вестник СибАДИ. 2017. №2. С 75 – 79.

5. Павлов А.Ф. Методические рекомендации для обработки результатов опытов. Омск: ОмГАУ, 1996. 32 с.

6. Белоконов К.Г., Никишин В.Н., Сибиряков С.В. Некоторые аспекты обеспечения надежности подшипников коленчатого вала // Известия Московского Государственного Технического Университета МАМИ. 2012. №2. С. 177–184.

7. Калимуллин Р.Ф., Коваленко С.Ю., Тюняев И.В., Цибизов С.Б. Методика оценки режимов работы автомобильного двигателя по критерию износостойкости подшипников коленчатого вала // Вестник Саратовского Государственного Технического Университета. 2013. №1. С. 216–222.

8. Денисов А.С., Тугушев Б.Ф., Горшенина Е.Ю., Литвинов Е.А. Повышение долговечности коленчатых валов с использованием коленчатых валов с использованием прогрессивных технологий восстановления // Ремонт, восстановление, модернизация. 2012. №11. С.11–14.

REFERENCES

1. *Nadezhnost' i remont mashin* [Reliability and repair of machines]. V.V. Kurchatkin, N.F. Telnov, K.A. Achkasov and others; Ed. V.V. Kurchatov. Moscow: Kolos, 2000. 776 p. (in Russian).

2. Kornilovich S.A. *Tekhnologicheskoe obosnovanie kachestva remonta mashin v sel'skom hozyajstve* [Technological justification of the machinery repair quality in agriculture]: Monograph. Omsk: OmGAU, 1998. 128 p. (in Russian).

3. Belov B.A. Statistical measurement of the accuracy and stability of the technological process in the condition of mass engineering

production [Statisticheskoe izmerenie tochnosti i stabil'nosti tekhnologicheskogo processa v uslovii massovogo mashinostroitel'nogo proizvodstva]. *Voprosy tekhnologicheskoy nadezhnosti*. Ed. I.V. Dunin-Barkovsky. Moscow: Publishing Standards. 1974. 163 p. (in Russian).

4. Kornilovich S.A. Prichiny intensivnogo iznashivaniya dvigatelej YaMZ-238NB [Causes of the intensive YaMZ-238NB engines wear]. *Vestnik SibADI=The Russian Automobile and Highway Industry Journal*, 2017, no 2 (54), pp. 79 – 75. (in Russian).

5. Pavlov A.F. *Metodicheskie rekomendacii dlya obrabotki rezul'tatov opytov* [Methodical recommendations for processing the experimental results]. Omsk: OmGAUU, 1996. 32 p. (in Russian)

6. Belokon K.G., Nikishin V.N., Sibiryakov S.V. Sibiryakov S.V. Nekotorye aspekty obespecheniya nadyozhnosti podshipnikov kolenchatogo vala [Some aspects of ensuring the reliability of the crankshaft bearings]. *Izvestiya Moskovskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta MAMI*, 2012, no 2, pp. 177–184. (in Russian).

7. Kalimullin R.F., Kovalenko S.Yu., Tyunyaev I.V., Cibizov S.B. Metodika ocenki rezhimov raboty avtomobil'nogo dvigatelya po kriteriyu iznosostojkosti podshipnikov kolenchatogo vala [Method for evaluating the modes of the automobile engine operation by the criterion of wear resistance of crankshaft bearings]. *Vestnik Saratovskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta*, 2013, no 1, pp. 216–222. (in Russian).

8. Denisov A.S., Tugushev B.F., Gorshenina E.Yu., Litvinov E.A. Povyshenie dolgovechnosti kolenchatykh val s ispol'zovaniem kolenchatykh valov s ispol'zovaniem progressivnykh tekhnologij vosstanovleniya [Increase the durability of the crankshaft using advanced recovery technologies]. *Remont, vosstanovlenie, modernizaciya*, 2012, no 11, pp.11–14. (in Russian).

Поступила 12.07.2018, принята к публикации 21.12.2018.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Прозрачность финансовой деятельности: автор не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Конфликт интересов отсутствует.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Корнилович Станислав Антонович – д-р техн. наук, проф. кафедры технического сервиса, механики и электротехники ФБГОУ ВО

«Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина» (644008, г. Омск, ул. Физкультурная, 1, e-mail: sa.kornilovich@omgau.org).

Трофимов Борис Сергеевич – канд. техн. наук, доц. кафедры «Эксплуатация и ремонт автомобилей» ФГБОУ ВО «СибАДИ» (644080, г. Омск, пр. Мира, 5, e-mail: trofim_bs@mail.ru).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kornilovich Stanislav Antonovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Service, Mechanics and Electrical Engineering, Omsk State Agricultural University named after P.A. Stolypin (644008, Omsk, 1, Physculturnaya St., e-mail: sa.kornilovich@omgau.org).

Trofimov Boris Sergeevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Operation and Vehicles' Repair, Siberian State Automobile and Highway University (644080, Omsk, 5, Mira Ave., e-mail: trofim_bs@mail.ru).

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Корнилович Станислав Антонович – вклад в общую работу составил 50%, что является ½ доли при разработке следующих разделов научной статьи: аннотации, введения, материалов и методов, результатов, обсуждения и заключения.

Трофимов Борис Сергеевич – вклад в общую работу составил 50%, что является ½ доли при разработке следующих разделов научной статьи: аннотации, введения, материалов и методов, результатов, обсуждения и заключения.

AUTHORS CONTRIBUTION

Kornilovich Stanislav Antonovich - contribution to the overall work is 50%; ½ share in the development of abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and conclusions.

Trofimov Boris Sergeevich - contribution to the overall work is 50%; ½ share in the development of abstract, introduction, materials and methods, results, discussions and conclusions.