

РАСЧЁТ СЕБЕСТОИМОСТИ ОБРАБОТКИ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ПЛОСКОМ ШЛИФОВАНИИ

© 2024 В.Ю. Сысолятин, А.Р. Нигматуллин, С.И. Шареев

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 26.06.2024

Приведён расчёт себестоимости обработки тонкостенных деталей при плоском шлифовании. Рассмотрено три варианта расположения образцов с целью выявить наиболее производительный вариант обработки с низкой себестоимостью. Из рассмотренных вариантов расположения образцов сделаны выводы о наиболее производительном и выгодном варианте расположения образцов.

Ключевые слова: себестоимость, обработка, тонкостенные детали, плоское шлифование, расчет себестоимости, себестоимость производства, учет затрат, определение цены, экономический анализ, эффективность производства.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-4(2)-319-324

EDN: KJFINA

ВВЕДЕНИЕ

Себестоимость производства деталей является одним из ключевых показателей для определения эффективности производственного процесса. Особенно важно учитывать этот показатель при обработке тонкостенных деталей, так как они требуют бережного и точного подхода, который может влиять на конечное качество изделия. Одним из методов обработки тонкостенных деталей является плоское шлифование (рис.1), которое позволяет достичь требуемой точности и шероховатости поверхности [1].

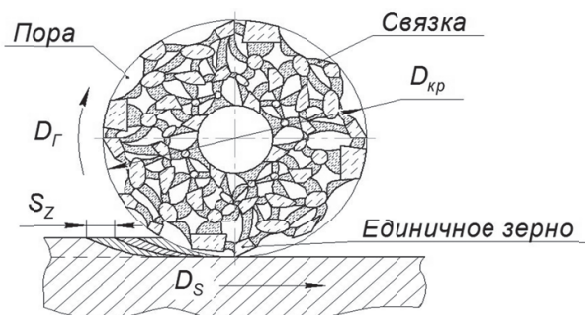


Рис. 1. Схема плоского шлифования

При плоском шлифовании абразивный круг диаметром 250 мм, состоящий из абразивных зерен, связки и пор, осуществляет процесс снятия припуска глубиной 0,005 мм с помощью

главного движения D_r и продольной подачи заготовки $D_s=4$ м/мин

Плоское шлифование – это процесс обработки поверхностей деталей с помощью шлифовальных инструментов на плоскошлифовальных станках. Этот метод позволяет получить необходимые геометрические параметры и качество поверхности деталей, что является важным требованием при производстве тонкостенных изделий [2].

На рис.2 показан образец, который рассматривался в данной статье со следующими параметрами: длина образца $L = 80$ мм, ширина образца $B=12$ мм, толщина образца $h=2$ мм.

Образцы из стали 38 ХМЮА HRC 58-62 подвергались плоскому шлифованию. Образец закреплялся на магнитном столе. Обработка проводилась с режимами шлифования: скорость круга $V_k=30$ м/с (D_r), продольная подача $S_{пр}=4$ м/мин (D_{s1}), поперечная подача $S_{поп}=0,005$ мм/дв.ход (D_{s2}), подача $S_0=0,2 \times B$ мм/дв.ход (D_{s3}), где B – ширина круга. Шлифование производилось кругом 250x63x30 (63С 25П СМ2 7К5).

Когда деталь закреплена на магнитном столе для шлифования, напряжения могут распределиться неравномерно в зависимости от положения детали на столе. Из-за этого возникают определенные особенности в деформациях: 1. Если деталь расположена параллельно скорости резания (т.е. в направлении растяжения), то она подвержена большему напряжению, что может привести к деформации за счет остаточных напряжений растяжения. 2. Если деталь расположена перпендикулярно направлению шлифования (т.е. в направлении сжатия), то напряжения будут менее значительными, и деформация может быть незначительной или отсутствовать.

Для предотвращения возможных деформа-

Сысолятин Владислав Юрьевич, аспирант.
Нигматуллин Альмир Рафаэлевич, старший преподаватель, кафедры «Технология машиностроения, станки и инструменты», E-mail: nosov.nv@samgtu.ru
Шареев Салават Искандерович, старший преподаватель кафедры «Технология машиностроения, станки и инструменты».

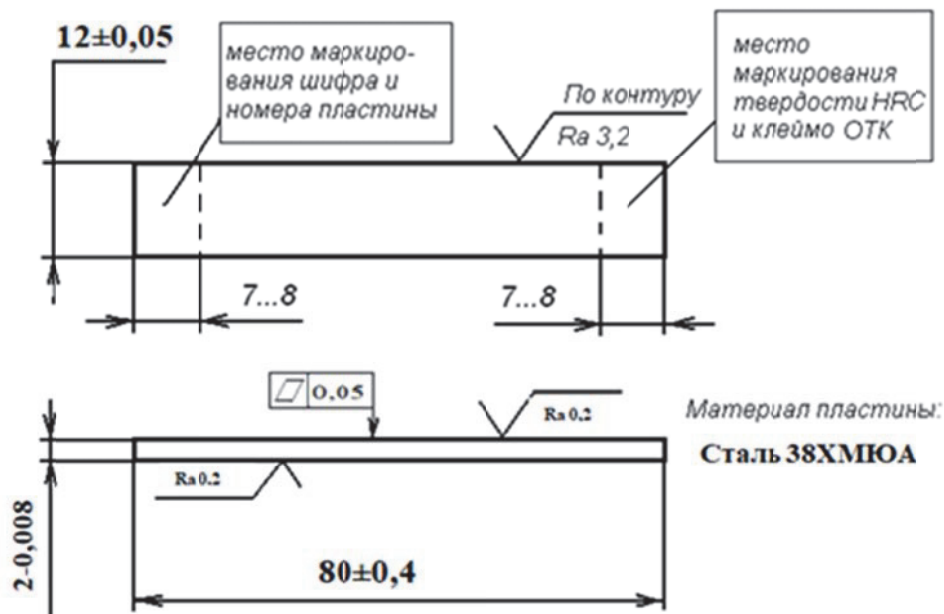


Рис. 2. Образец, применяемый в исследовании

ций и обеспечения равномерного распределения напряжений рекомендуется использовать три различных варианта расположения образцов на магнитном столе.

Для измерения величины прогиба образца использовался механический или электронный датчик Альмена TSP-3 с точностью цифрового индикатора до 0,005 мм в диапазоне от 0 до 0,6 мм (см.рис.3). Этот датчик отслеживает изменения геометрии пластины и показывает результаты деформации образца.

Исследование включало в себя процесс обработки образцов и дальнейшее измерение деформации. После снятия закрепляющей силы образец менял свою форму. Для измерения деформации использовали электронный датчик Альмена TSP-3 с точностью в 0,005 мм в диапазоне от 0 до 0,6 мм. Для сравнения результатов проведения эксперимента использовали не менее четырех образцов (рис. 4).

На рис. 5 изображён график влияния угла расположения образца на деформацию.

Расчет остаточных напряжений в зависимости от прогиба образца-свидетеля осуществляется по формуле [3]:

$$\sigma_{\text{ост}} = 4 \cdot E \cdot a \cdot f_m / L^2, \quad (1)$$

где E – модуль упругости материала, МПа;

a – толщина образца, мм;

f_m – прогиб образца, мкм;

L – длина образца, мм.

Результаты вычислений представлены в виде графика на рисунке 6.

РАСЧЁТ СЕБЕСТОИМОСТИ ОБРАБОТКИ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ПЛОСКОМ ШЛИФОВАНИИ

Будут рассмотрены разные положения образцов при обработке с целью нахождения наиболее оптимального варианта расположения



Рис. 3. Современные приборы TSP-3 для измерения деформации образца-свидетеля согласно стандарту SAE J442

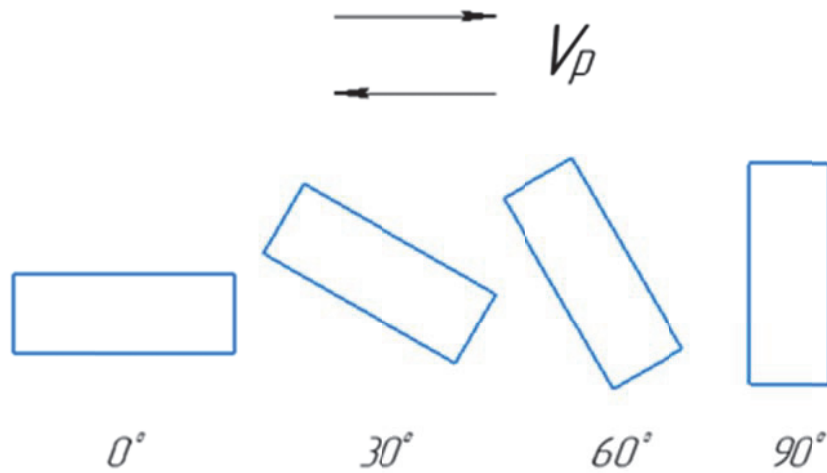


Рис. 4. Образцы для проведения эксперимента

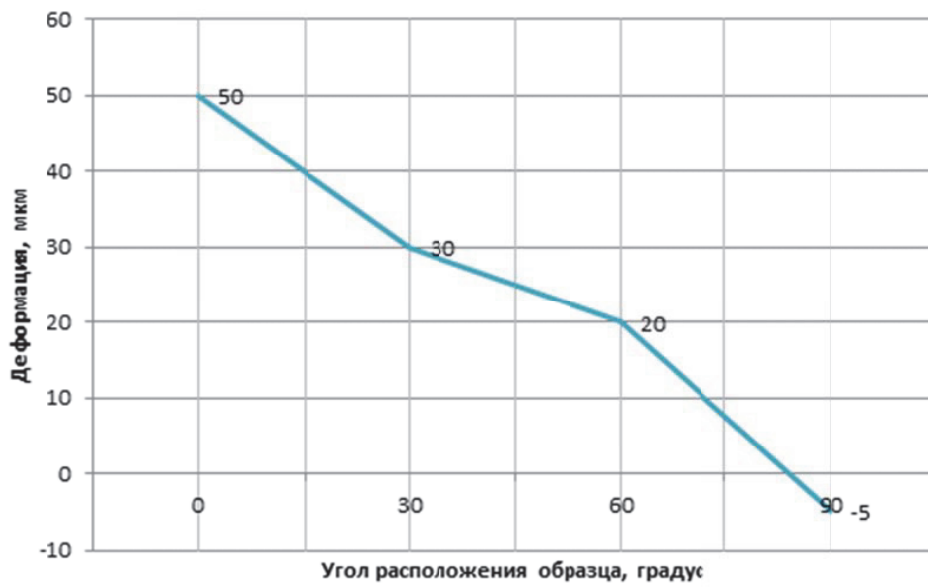


Рис. 5. Влияние угла расположения образца на деформацию

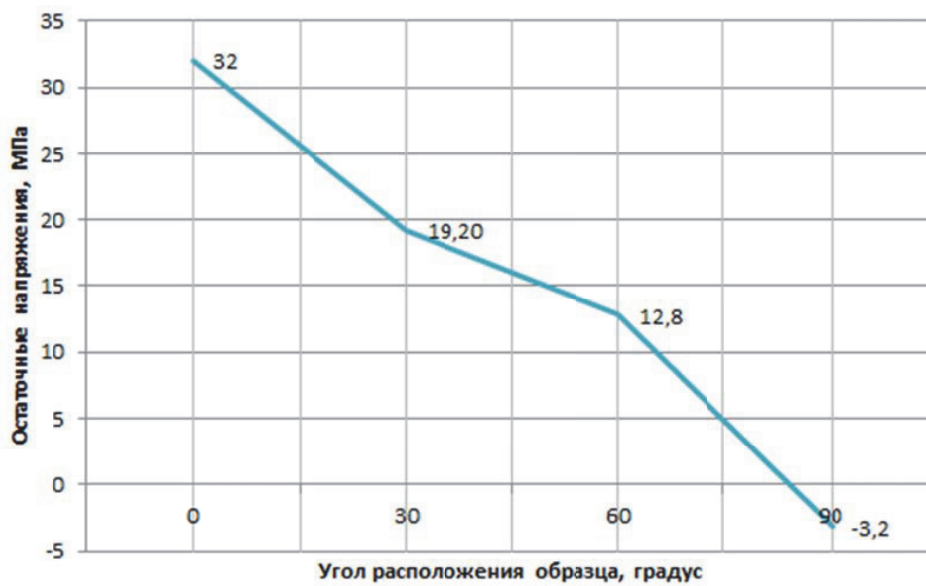


Рис. 6. Результаты вычислений остаточных напряжений

Расчёт будет производиться по следующим формулам [3]:

$$\text{Основное время: } t_o = \frac{L \times i}{S_m}, \quad (2)$$

где L – длина обработки, i – число проходов, S_m – минутная подача.

$$\text{Число проходов: } i = \frac{z}{S_{\text{поп}}}, \quad (3)$$

где z – припуск на обработку, $S_{\text{поп}}$ – поперечная подача.

$$\text{Длина обработки: } L = i \times l, \quad (4)$$

где i – число проходов, l – длина образца.

$$\text{Себестоимость: } C_o = \frac{C_n}{60} \times t_o, \quad (5)$$

где t_o – основное время, C_n – стоимость нормо-часа станка (1000 руб.)

1) Для первого варианта рассматривается следующее расположение образцов (см. рис.7). многопроходная обработка: припуск – 0,2 мм, глубина – 0,005 мм (40 проходов), выхаживание – глубина равна величине деформации (0,05 мм – 10 проходов)

$$i = \frac{0,2}{0,005} = 40 + 10 = 50$$

$$t_{o1} = \frac{80 \times 50}{4} = 1000 \text{ мин}$$

$$i = 50 \times 6 = 300$$

$$t_{o2} = \frac{80 \times 300}{4} = 6000 \text{ мин}$$

$$L_1 = 50 \times 80 = 4000 \text{ мм}$$

$$L_2 = 300 \times 80 = 24000 \text{ мм}$$

$$L_o = 4000 + 24000 = 28000 \text{ мм}$$

$$t_{o1} = \frac{28000}{4000} = 7 \text{ мин}$$

$$C_o = \frac{1000}{60} \times 7 = 116,66 \text{ руб.}$$

2) Для второго варианта рассматривается следующее расположение образцов (см.рис.8). Однопроходная – без выхаживания (40 проходов)

$$i = 40 \times 6 = 240$$

$$t_o = \frac{24 \times 240}{4} = 1440 \text{ мин}$$

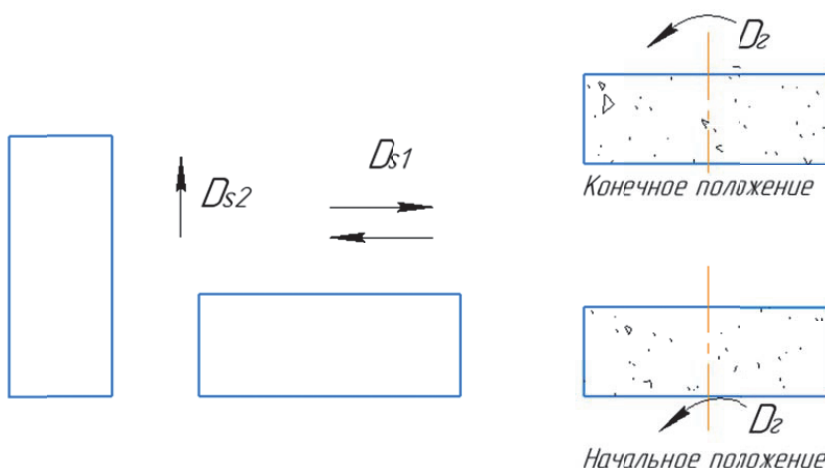


Рис. 7. Расположение образцов для первого варианта

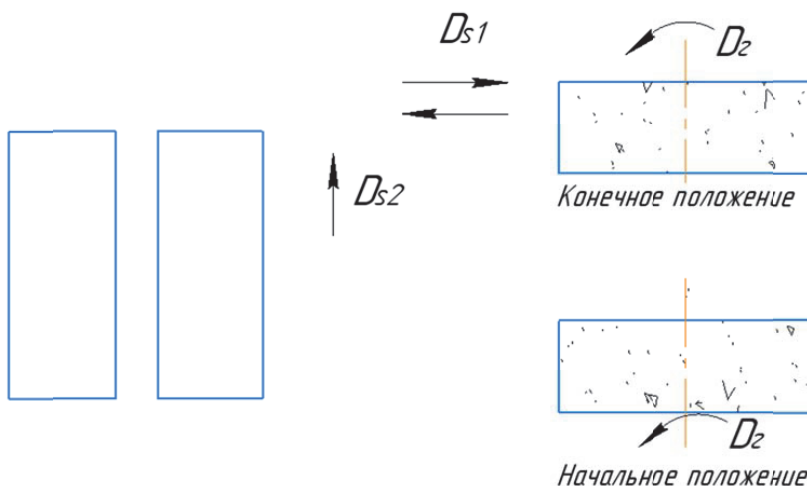


Рис. 8. Расположение образцов для второго варианта

$$L_{02} = 240 \times 24 = 5760 \text{ мм}$$

$$t_{o2} = \frac{5760}{4000} = 1,44 \text{ мин}$$

$$C_o = \frac{1000}{60} \times 1,44 = 24 \text{ руб.}$$

3) Для третьего варианта рассматривается следующее расположение образцов (см.рис.9). многопроходная обработка: припуск – 0,2 мм, глубина – 0.005 мм (40 проходов), выхаживание – глубина равна величине деформации (0,05 мм – 10 проходов)

$$i = 50 \times 2 = 100$$

$$t_o = \frac{160 \times 100}{4} = 4000 \text{ мин.}$$

$$L_{03} = 100 \times 160 = 16000 \text{ мм}$$

$$t_{o3} = \frac{16000}{4000} = 4 \text{ мин}$$

$$C_o = \frac{1000}{60} \times 3,4 = 66,66 \text{ руб}$$

Сравнение полученных результатов приведено на рис. 10

РЕЗУЛЬТАТЫ

Таким образом, с точки зрения производительности, как показали расчёты, наиболее производительным является вариант расположения образцов 2, основное время составило 1,44 мин. Кроме этого, этот вариант расположения является наиболее выгодным, себестоимость составляет 24 рубля. Наименее производительным является вариант расположения образцов 1, основное время составляет 7 минут, соответственно, этот вариант расположения образцов является самым дорогим, его себестоимость составила 116,66 руб. И промежуточным вариантом оказался вариант расположения образцов 3, основное время равно 4 минутам, а себестоимость составила 66,66 руб.

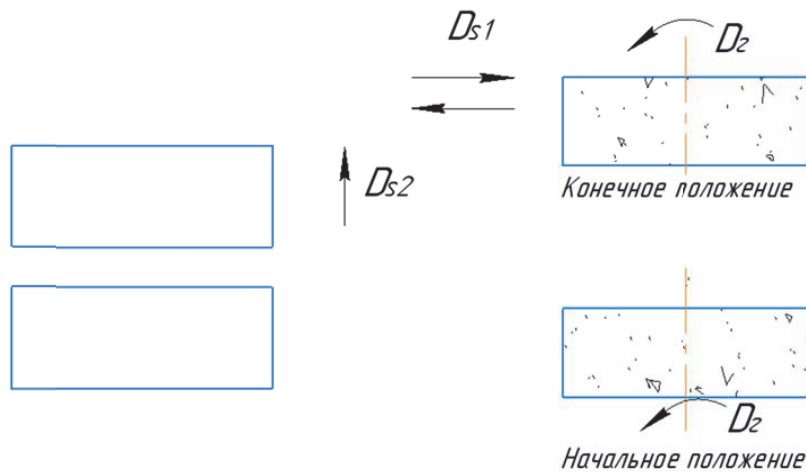


Рис. 9. Расположение образцов для третьего варианта

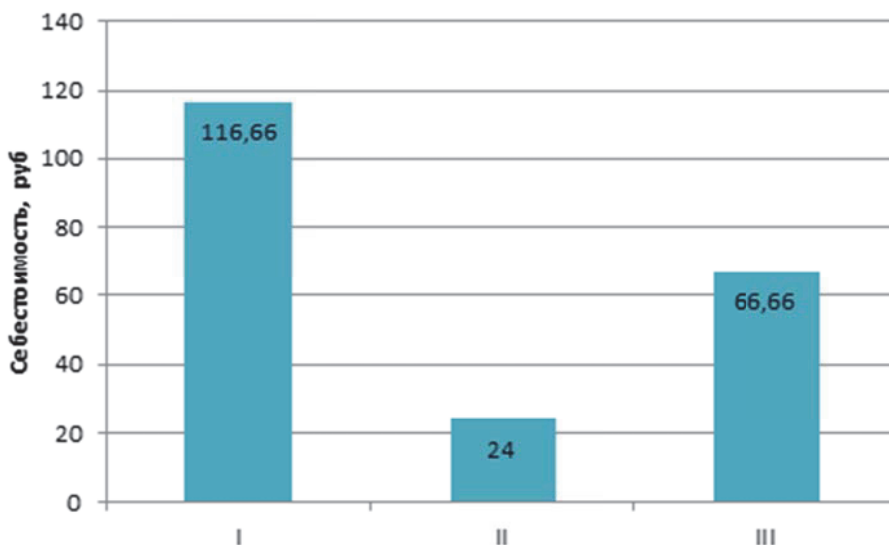


Рис. 10. Сравнительный анализ себестоимости

ВЫВОДЫ

1. Приведён расчёт себестоимости тонкостенных деталей при плоском шлифовании.
2. Установлено расчётами, что наиболее производительным и с наименьшей себестоимостью является вариант расположения образцов 2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алейникова, М.А. Повышение эффективности процесса плоского шлифования на основе увели-

чения скорости резания и анализа динамических факторов: автореф. дисс... канд. техн. наук / М.А. Алейникова. – СПб, 2004. – 16 с.

2. Гусакова, Л.В. Повышение эффективности шлифования: автореф. дисс... канд. техн. наук / Л.В. Гусакова. – Ростов-на-Дону, 2012. – 16 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 [под. ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Суслова]. 5-ое изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение-1, 2001. – 912 с.

CALCULATION OF THE COST OF PROCESSING THIN-WALLED PARTS WITH FLAT GRINDING

© 2024 V.Yu . Sysolyatin, A.R. Nigmatullin, S.I. Shareev

Samara State Technical University, Samara, Russia

The calculation of the cost of processing thin-walled parts with flat grinding is given. Three variants of the sample arrangement are considered in order to identify the most productive processing option with low cost. From the considered options for the arrangement of samples, conclusions are drawn about the most productive and profitable option for the arrangement of samples.

Keywords: cost, processing, thin-walled parts, flat grinding, cost calculation, cost of production, cost accounting, price determination, economic analysis, production efficiency.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-4(2)-319-324

EDN: KJFIHA

REFERENCES

1. Alejnikova, M.A. Povyshenie effektivnosti processa ploskogo shlifovaniya na osnove uvelicheniya skorosti rezaniya i analiza dinamicheskikh faktorov: avtoref. diss... kand. tekhn. nauk / M.A. Alejnikova. – SPb, 2004. – 16 s.

2. Gusakova, L.V. Povyshenie effektivnosti shlifovaniya: avtoref. diss... kand. tekhn. nauk / L.V. Gusakova. – Rostov-na-Donu, 2012. – 16 s.
3. Spravochnik tekhnologa-mashinostroitelya. V 2-h t. T.1 [pod. red. A.M. Dal'skogo, A.G. Kosilovoj, R.K. Meshcheryakova, A.G. Suslova]. 5-oe izd., pererab. i dop. – M.: Mashinostroenie-1, 2001. – 912 s.

Vladislav Sysolyatin, Graduate Student

Almir Nigmatullin, Senior Lecturer, Department of Mechanical Engineering Technology, Machine Tools and Tools, E-mail: nosov.nv@samgtu.ru

Salavat Shareev, Senior Lecturer, Department of Mechanical Engineering Technology, Machine Tools and Tools.

Известия Самарского научного центра Российской академии наук

Учредитель: федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук

Журнал зарегистрирован в Роскомнадзоре, свидетельство ПИ № ФС77-61347 от 07.04.2015

Главный редактор: академик РАН Ф.В. Гречников

Том 26, номер 4(2) (120), 24.10.2024

Индекс: 36622. Распространяется бесплатно

Адрес учредителя, издателя и редакции – 443001, Самарская область,

г. Самара, Студенческий пер., 3а. Тел. 8 (846) 340-06-20

Издание не маркируется

Сдано в набор 28.06.2024 г.

Подписано к печати 24.10.2024 г.

Формат бумаги А4

Офсетная печать

Усл. печ. л. 14,183

Тираж 200 экз.

Зак. 40

Отпечатано в типографии ООО "Инсома-пресс.

Адрес типографии: 443080, Самарская область, г. Самара, ул. Санфировой, 110А, офис 22А. Тел. 8(846) 222-92-40