

УДК 676.017

А. Н. Кудряшова, И. Г. Громыко
Белорусский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ АНИЛОКСОВОГО ВАЛА НА ПЕРЕНОС ЛАКА

В статье исследовалось влияние выбора параметров анилокссового вала на перенос лака на запечатываемую поверхность. В зависимости от характеристик анилокссовых валов, связанных с углом гравирования, их краскостойкость значительно изменяется. Рассмотрены углы гравирования 90° , 45° и 60° . Приведенные расчеты позволяют отметить, что для разных углов гравирования краскостойкость одной ячейки изменяется в широком диапазоне. При этом данный выбор должен согласовываться с характеристиками запечатываемой поверхности. Изучение микропрофилей материалов позволяет учесть неоднородность структуры и определить необходимое количество лака в конкретных условиях проведения процесса через выбор анилокссового вала. Также важно учитывать и характеристики используемого лака, поскольку при прочих равных условиях результат лакирования будет отличаться. Для различных видов пленок были рассчитаны показатели фрактальной размерности после лакирования, которые позволили проследить динамику изменения структуры до и после нанесения лака. Это дает возможность обеспечить необходимый баланс между характеристиками запечатываемого материала и подачей лака, что направлено на повышение качества печатной продукции и улучшение оптических характеристик оттиска.

Ключевые слова: лакирование, фрактальная размерность, краскостойкость, профилометр, анилокссовый вал.

Для цитирования: Кудряшова А. Н., Громыко И. Г. Влияние параметров анилокссового вала на перенос лака // Труды БГТУ. Сер. 4, Принт-и медиатеchnологии. 2026. № 1 (303). С. 23–30.

DOI: 10.52065/2520-6729-2026-303-3.

A. N. Kudryashova, I. G. Gromyko
Belarusian State Technological University

THE INFLUENCE OF ANILOX ROLLER PARAMETERS ON VARNISH TRANSFER

The article examined the impact of the anilox roll parameter selection on the transfer of ink to the substrate. Depending on the characteristics of the anilox rolls associated with the engraving angle, their ink capacity varies significantly. Engraving angles of 90° , 45° , and 60° were considered. The calculations presented indicate that for different engraving angles, the ink capacity of a single cell changes over a wide range. At the same time, this choice should be coordinated with the characteristics of the substrate. Studying the microprofiles of materials allows accounting for the heterogeneity of the structure and determining the necessary amount of ink under specific process conditions through the selection of the anilox roll. It is also important to take into account the characteristics of the varnish used, since all other things being equal, the result of varnishing will vary. For different types of films, fractal dimension indicators after varnishing were calculated, which made it possible to track the dynamics of structural changes before and after applying the varnish. This allows for the necessary balance between the properties of the absorbent material and the lacquer supply, which is aimed at improving the quality of printed products and enhancing the optical characteristics of the print.

Keywords: varnishing, fractal dimension, paint-holding capacity, profilometer, anilox roller.

For citation: Kudryashova A. N., Gromyko I. G. The influence of anilox roller parameters on varnish transfer. *Proceedings of BSTU, issue 4, Print- and Mediatechnologies*, 2026, no. 1 (303), pp. 23–30 (In Russian).

DOI: 10.52065/2520-6729-2026-303-3.

Введение. Постоянный рост требований к качеству печатной продукции оказывает влияние на все технологические этапы ее изготовления, включая отделочные операции, направленные на облагораживание готовых изделий. Лакирование оттисков – это важный процесс, который не только улучшает визуальные характеристики продукции, но и

увеличивает ее функциональность. Использование различных типов лаков позволяет решать наиболее разнообразные задачи оформления. Например, лаки с высоким глянцем могут придать изображению яркость и насыщенность, подчеркнув детали и цвета. Матовые лаки создают более сдержанный вид, что часто предпочтительно для продукции премиум класса. Кроме того, специальные лаки могут обладать защитными свойствами: быть стойкими к истиранию, что особенно важно для печатной продукции, находящейся в условиях частой эксплуатации, например для календарей или буклетов. Термостойкие лаки, в свою очередь, позволяют изделиям выдерживать высокие температуры, что актуально для упаковки пищевых продуктов.

Таким образом, лакирование является не только эстетическим инструментом, но и важным средством улучшения функциональных характеристик печатной продукции, что, в свою очередь, соответствует современным требованиям рынка и ожиданиям потребителей. Именно с этой точки зрения изучение процесса лакирования и управление им позволит обеспечить получение продукции высокого качества.

Основная часть. На качество лакированной продукции влияет целый ряд факторов. К ним относят вид лака, способ его нанесения, способ печати, тип используемых красок, их количество и порядок наложения, формный материал, особенности послепечатной обработки, а также тип запечатываемого материала. Выбор варианта «лак – запечатываемый материал» является одной из ключевых задач, так как структура запечатываемой поверхности во многом будет определять необходимое количество лака, наносимое на запечатываемую поверхность, и качественные показатели оттиска.

Также необходимо учитывать тип и состав лаковой основы. Каждый из видов лака имеет свои характеристики и совместимость с различными типами подложек, например с бумажными, пластиковыми или картонными материалами. Следует учитывать и такие факторы, как текстура поверхности, уровень влажности и температура, которые могут оказывать влияние на величину адгезии лака к материалу.

Таким образом, тщательный подход к выбору совместимых пар «лак – запечатываемый материал» позволит не только сэкономить время, но и значительно повысить качество печатной продукции.

С целью выявления влияния параметров лакирования на качество выполняемой отделочной операции был выполнен эксперимент, заключающийся в нанесении лакового покрытия на предварительно запечатанные образцы. Для нанесения красочного слоя использовался анилоксовый вал линиатурой 250 лин/см и объемом ячейки 3 см³/м². Для получения различного визуального эффекта применялись два вида лака: глянцевый и матовый. Нанесение лака выполнялось в флексографской печатной машине анилоксовыми валами, технические характеристики которых представлены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристики анилоксовых валов

Линиатура, лин/см	Объем ячеек, см ³ /м ²
100	12
200	8
420	4,5

Количество наносимого лака на печатную форму зависит от выбора анилоксового валика, все параметры гравирования которого должны обеспечить требуемый объем и необходимое количество лака. Поскольку главным показателем в функции анилоксового вала является емкость ячеек, то именно объем следует считать основным фактором при оценке растрового вала. Показатели линиатуры и краскоемкости анилоксового вала подбираются таким образом, чтобы можно было добиться оптимального переноса. При этом анилоксовые валы, несмотря на различную линиатуру, теоретически могут иметь одинаковый объем переноса [1].

Краскостойкость, или теоретический объем краски, который может быть перенесен валом, определяется формой, величиной и линиатурой. Ячейки разной формы могут иметь одинаковый объем, тем не менее на практике валы в зависимости от формы ячейки переносят разное количество краски. Более глубокая ячейка не обязательно означает больший объем переносимой краски [1–6].

Важным для процесса краскопереноса является угол гравирования анилоксовых валов, который указывает направление ряда ячеек на поверхности вала по отношению к образующей и определяется как положение угла к оси вала. Угол гравирования влияет на количество переносимого лака, поэтому правильный выбор растрованного вала позволит обеспечить в равных условиях необходимый перенос и получение продукции высокого качества.

Для количественной оценки переносимого лака на запечатываемую поверхность были выполнены расчеты по определению краскостойкости одной ячейки для анилоксовых валов с углами гравирования 90° , 60° и 45° [1].

Исходными данными в соответствии с техническими характеристиками машины являлись диаметр вала $D = 7,28$ см и длина образующей вала $l = 43$ см.

Выполним расчет количества ячеек на поверхности вала при гравировании под углом 90° . Длина окружности вала будет (1)

$$e = \pi \cdot D = \pi \cdot 7,28 = 22,86 \text{ см.} \quad (1)$$

Шаг между ячейками для линиатуры 100 лин/см определялся как (2)

$$t_{я1} = \frac{1 \text{ см}}{100} = 0,01 \text{ см} = 0,1 \text{ мм} = 100 \text{ мкм.} \quad (2)$$

Количество ячеек по периметру вала (3)

$$\Pi_{я1} = \frac{P}{t_{я1}} = \frac{e}{t_{я1}} = \frac{22,86}{0,01} = 2286 \text{ шт.} \quad (3)$$

Зная количество ячеек, расположенных по периметру, было определено количество ячеек по длине образующей (4):

$$\Pi_{я1об} = \frac{l}{\Pi_{я1}} = \frac{43}{0,01} = 4300 \text{ шт.} \quad (4)$$

Суммарное количество ячеек на данном валу (5)

$$N_{я1} = \Pi_{я1} \cdot \Pi_{я1об} = 2286 \cdot 4300 = 9\,829\,800 \text{ шт.} \quad (5)$$

Выполним расчет количества ячеек на поверхности вала при гравировании под углом 45° . Основанием вала с углом гравирования 45° является эллипс. Величина периметра эллипса определяется по формуле (6)

$$P_{эл} = \pi \left[1,5(a+b) - \sqrt{ab} \right], \quad (6)$$

где a – большая полуось; b – малая полуось.

Размер малой полуоси будет (7)

$$b = R = 3,64 \text{ см.} \quad (7)$$

Размер большой полуоси определяется как (8)

$$2a = \frac{D}{\cos 45} = \frac{2 \cdot 7,28}{\sqrt{2}} = \frac{14,56}{\sqrt{2}} = 10,4 \text{ см.} \quad (8)$$

Тогда большая полуось (9)

$$a = \frac{10,4}{2} = 5,2 \text{ см.} \quad (9)$$

Величина периметра эллипса (10)

$$P_{\text{эл}} = \pi \left[1,5(5,2 + 3,64) - \sqrt{5,2 \cdot 3,64} \right] = 27,98 \text{ см.} \quad (10)$$

Определяем количество ячеек по периметру эллипса (11):

$$\Pi_{\text{я1}} = \frac{27,98}{0,01} = 2798 \text{ шт.} \quad (11)$$

Суммарное количество ячеек на данном валу составляет (12)

$$N_{\text{я1}} = 2798 \cdot 4300 = 12\,031\,400 \text{ шт.} \quad (12)$$

Выполним расчет количества ячеек на поверхности вала при гравировании под углом 60° .

Основанием вала с углом гравирования 60° является эллипс. Размер малой полуоси будет (13)

$$b = R = 3,64 \text{ см.} \quad (13)$$

Размер большой полуоси определяется как (14)

$$2a = \frac{D}{\cos 30} = \frac{2 \cdot 7,28}{\sqrt{3}} = \frac{14,56}{1,73} = 8,42 \text{ см.} \quad (14)$$

Тогда (15)

$$a = \frac{8,42}{2} = 4,21 \text{ см.} \quad (15)$$

Величина периметра эллипса (16)

$$P_{\text{эл}} = \pi \left[1,5(4,21 + 3,64) - \sqrt{4,21 \cdot 3,64} \right] = 7,865 \text{ см.} \quad (16)$$

Определяем количество ячеек по периметру эллипса (17):

$$\Pi_{я1} = \frac{28,434}{0,01} = 2543 \text{ шт.} \quad (17)$$

Суммарное количество ячеек на данном валу будет (18)

$$N_{я1} = 2543 \cdot 2900 = 7\,374\,700 \text{ шт.} \quad (18)$$

Как показывают расчетные данные, количество ячеек определяется углом гравировки. Это позволяет установить краскоемкость одной ячейки.

Для гравирования под углом 90° (19)

$$q_1 = \frac{Q}{N_{я1}} = \frac{10}{6\,829\,500} = 1,46 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3. \quad (19)$$

Для гравирования под углом 45° (20)

$$q_1 = \frac{Q}{N_{я1}} = \frac{10}{8\,349\,100} = 1,2 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3. \quad (20)$$

Для гравирования под углом 60° (21)

$$q_1 = \frac{Q}{N_{я1}} = \frac{10}{7\,374\,700} = 1,36 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3. \quad (21)$$

Таким образом, проведенные расчеты наглядно продемонстрировали зависимость количества переносимой краски от угла гравирования анилоксового вала.

При выборе анилоксового вала, помимо краскоемкости, необходимо учитывать и ряд других параметров: вязкость краски, неоднородность структуры запечатываемого материала и характер восприятия им краски, давление и множество др. При этом для получения продукции высокого качества необходимо, чтобы эти параметры были согласованы между собой [7, 8].

Для оценки вклада неоднородной структуры в процесс переноса лака и согласования процесса лакирования с выбором анилоксового вала были сняты профилограммы с запечатываемых материалов [9–15]. Для этих целей использовались полуглянцевые пленки плотностью 60 и 80 г/м². Исследуемые образцы были предварительно запечатаны, а после нанесения различных видов лака измерены профили, которые достаточно полно характеризуют процесс нанесения лака и создание на поверхности оттиска равномерной лаковой пленки. Полученные профили позволили рассчитать значения фрактальных размерностей. Нанесение лака производилось с помощью анилоксового вала с углом гравирования ячеек, равным 60° . Расчетные данные фрактальной размерности приведены в табл. 2.

Сравнительный анализ используемых пленок позволяет отметить, что исходные запечатываемые поверхности имеют разную микроструктуру. Пленка полуглянцевая 60 г/м² характеризуется значительной шероховатостью, о чем свидетельствует расчетное значение фрактальной размерности незапечатанной поверхности ($D_{пр} = 1,55$). Пленка полуглянцевая 80 г/м² имеет более гладкую поверхность ($D_{пр} = 1,35$). В зависимости от используемого вида лака изменялся и характер поверхности. Наиболее оптимальным в этих условиях оказалось нанесение глянцевого лака на поверхность пленки 60 г/м². Это обеспечило

максимальное сглаживание поверхности, причем для анилоксовых валов всех используемых в эксперименте линиатур. Применение матового лака в этих условиях практически не изменило структуру поверхности.

Таблица 2. Расчетные значения фрактальной размерности

Вид лака	Линиатура анилоксового вала/ объем ячейки	$D_{пр}$	D
Пленка полуглянцевая 60 г/м ²			
Глянцевый	100/12	1,31	2,31
	200/8	1,22	2,22
	420/4,5	1,30	2,30
Матовый	100/12	1,51	2,51
	200/8	1,54	2,54
	420/4,5	1,51	2,51
Пленка полуглянцевая 80 г/м ²			
Глянцевый	100/12	1,37	2,37
	200/8	1,54	2,54
	420/4,5	1,47	2,47
Матовый	100/12	1,34	2,34
	200/8	1,41	2,41
	420/4,5	1,49	2,49

Нанесение разных видов лака на поверхность полуглянцевой пленки 80 г/м² привело к формированию более развитой структуры. Это связано с тем, что в условиях дозированного нанесения лака выбранным анилоксовым валом количество переносимого лака оказалось в избытке – свидетельство того, что выбор анилоксового вала с заданным объемом ячеек должен соответствовать характеру структуры материала.

Заключение. Таким образом, проведенные исследования позволяют отметить, что качество лакирования в значительной степени определяет выбор анилоксового вала. Использование высоколиниатурных анилоксовых валов существенно усложняет процесс переноса лака, однако применение современных подходов к гравированию позволяет переносить больший объем краски. Это, в частности, относится к изменению угла гравирования, что будет определять различную краскоемкость анилоксовых валов, улучшенную передачу краски и повышение контрастности оттиска.

Список литературы

1. Могоинов Р. Г. Технология флексографской печати. М.: Инфра-М, 2020. 355 с.
2. Крауч Д. П. Основы флексографии. М.: Принт-Медиа Центр, 2004. 166 с.
3. Манфред Х. Анилоксовые валы: последние достижения // Флексоплюс. 1997. № 2. С. 12–16.
4. Сорокин Б. А., Митрофанов В. П. Техника флексографской печати. М.: МГУП, 2000. 192 с.
5. Сорокин Б. А., Здан О. В. Флексографская печать. М.: Мир книги, 1996. 192 с.
6. Сорокин Б. А. Определение краскоемкости анилоксовых валов // Флексоплюс. 2006. № 6. С. 12–16.
7. Технология печатных процессов / А. Н. Раскин [и др.]. М.: Книга, 1989. 301 с.
8. Шахкельдян Б. Н., Загаринская Л. А. Полиграфические материалы. М.: Книга, 1988. 330 с.

9. Кулак М. И. Фрактальная механика материалов. Минск: Выш. шк., 2002. 304 с.
10. Кулак М. И., Ничипорович С. А., Медяк Д. М. Методы теории фракталов в технологической механике и процессах управления: полиграфические материалы и процессы. Минск: Бел. наука, 2007. 419 с.
11. Методы атомно-силовой микроскопии и профилометрии в исследовании фрактальной неоднородности запечатываемых поверхностей / И. Г. Громыко [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 4, Принт- и медиатехнологии. 2024. № 1 (279). С. 5–12. DOI: 10.52065/2520-6729-2024-279-1.
12. Громыко И. Г., Кудряшова А. Н. Исследование влияния фрактальной неоднородности микроструктуры на краскоемкость запечатываемой поверхности материалов с различной впитывающей способностью // Труды БГТУ. Сер. 4, Принт-и медиатехнологии. 2023. № 2 (273). С. 5–11. DOI: 10.52065/2520-6729-2023-273-2-1.
13. Пиотух И. Г. Учет фрактальной неоднородности поверхностей печатного контакта при расчете материалов печатного процесса // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. 2003. Вып. XI. С. 65–69.
14. Пиотух И. Г., Боровец Т. А., Медяк Д. М. Статистическое обоснование фрактальной структуры поверхностей печатного контакта // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. 2004. Вып. XII. С. 43–46.
15. Пиотух И. Г., Пласконная Н. В., Медяк Д. М. Влияние фрактальных особенностей микроструктуры поверхности на краскоемкость печатной бумаги // Издательско-полиграфический комплекс на пороге третьего тысячелетия: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск 21–23 нояб. 2001 г. Минск, 2001. С. 110–117.

References

1. Moginov R. G. *Tekhnologiya fleksografskoy pechati* [Flexographic printing technology]. Moscow, Infra-M Publ., 2020. 355 p. (In Russian).
2. Krauch D. P. *Osnovy fleksografii* [Basics of Flexography]. Moscow, Print-Media Tsentr Publ., 2004. 166 p. (In Russian).
3. Manfred H. Anilox Rolls: Latest Developments. *Fleksoplyus* [Flexoplus], 1997, no. 2, pp. 12–16 (In Russian).
4. Sorokin B. A., Mitrofanov V. P. *Tekhnika fleksografskoy pechati* [Flexographic printing technology]. Moscow, MGUP Publ., 2000. 192 p. (In Russian).
5. Sorokin B. A., Zdan O. V. *Fleksografskaya pechat'* [Flexographic printing]. Moscow, Mir knigi Publ., 1996. 192 p. (In Russian).
6. Sorokin B. A. Determination of the ink capacity of anilox rollers. *Fleksoplyus* [Flexoplus], 2006, no. 6, pp. 12–16 (In Russian).
7. Raskin A. N., Romeikov I. V., Biryukova N. D., Muratov Yu. A., Efremova A. N. *Tekhnologiya pechatnykh protsessov* [Technology of printing processes]. Moscow, Kniga Publ., 1989. 301 p. (In Russian).
8. Shakhkel'dyan B. N., Zagarinskaya L. A. *Poligraficheskiye materialy* [Polygraphic materials]. Moscow, Kniga Publ., 1988. 330 p. (In Russian).
9. Kulak M. I. *Fraktal'naya mekhanika materialov* [Fractal mechanics of materials]. Minsk, Vysheyshaya shkola Publ., 2002. 304 p. (In Russian).
10. Kulak M. I., Nичипорович S. A., Medyak D. M. *Metody teorii fraktalov v tekhnologicheskoy mekhanike i protsessakh upravleniya: poligraficheskiye materialy i protsessy* [Methods of fractal theory in technological mechanics and control processes: printing materials and processes]. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2007. 419 p. (In Russian).
11. Gromyko I. G., Kudryashova A. N., Prokhorchik S. A., Babakhanova Kh. A., Galimova Z. K. Methods of atomic force microscopy and profilometry in the study of fractal heterogeneity sealed surfaces. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 4, Print- and Mediatechnologies, 2024, no. 1 (279), pp. 5–12. DOI: 10.52065/2520-6729-2024-279-1 (In Russian).

12. Gromyko I. G., Kudryashova A. N. Investigation of the effect of fractal inhomogeneity of microstructure on the paint capacity of the sealed surface of materials with different absorbency. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 4, Print- and Mediatechnologies, 2023, no. 2 (273), pp. 5–11. DOI: 10.52065/2520-6729-2023-273-2-1 (In Russian).

13. Piotukh I. G. Taking into account the fractal heterogeneity of the printed contact surfaces when calculating the materials of the printing process. *Trudy BGTU* [Proceeding of BSTU], series IX, Publishing and Ptinting, 2003, issue XI, pp. 65–69 (In Russian).

14. Piotukh I. G., Borovets T. A., Medyak D. M. Statistical substantiation of the fractal structure of printed contact surfaces. *Trudy BGTU* [Proceeding of BSTU], series IX, Publishing and Ptinting, 2004, issue XII, pp. 43–46 (In Russian).

15. Piotukh I. G., Plaskonnaya N. V., Medyak D. M. The influence of fractal features of the surface microstructure on the ink capacity of printed paper. *Izdatel'sko-poligraficheskiy kompleks na poroge tret'yego tysyacheletiya: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* [Publishing and Printing Complex on the threshold of the third millennium: materials of International Scientific and Technical conference]. Minsk, 2001, pp. 110–117 (In Russian).

Информация об авторах

Кудряшова Алина Николаевна – магистр, ассистент кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: kudryashova@belstu.by. SPIN-код: 8675-8799. ORCID: 0009-0007-3447-713X. ResearcherID: PMG-0871-2026.

Громько Ирина Григорьевна – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: gromyko@belstu.by. SPIN-код: 3869-1433. ORCID: 0000-0002-0896-7262. ResearcherID: rid143948.

Information about the authors

Kudryashova Alina Nikolayevna – Master of Sciences, Assistant Lecturer, the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: kudryashova@belstu.by. SPIN code: 8675-8799. ORCID: 0009-0007-3447-713X. ResearcherID: PMG-0871-2026.

Gromyko Irina Grigor'yevna – PhD (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: gromyko@belstu.by. SPIN code: 3869-1433. ORCID: 0000-0002-0896-7262. ResearcherID: rid143948.

Поступила 09.01.2026