

Якаўлеў М. К., ст. выкладчык; Качаноўскі Д. М., студэнт

РАЗЛІК КАЭФІЦЫЕНТА ЮЛА — НІЛЬСЕНА ДРУКАРСКІХ ПАПЕРАЎ

The calculation of the Yule-Nielsen's printpaper factor on the basis of ISO 12647-2 (1996) requirements for optic density of triad colors. Factor and dot gain analytic dependences are found.

Узнаўленне тонавых і шматфарбавых арыгіналаў відамі друку, дзе фарбавы пласт на друкарскай форме мае ўсюды аднолькавую таўшчыню, грунтуецца на растраванні — працэсе пераўтварэння відарыса арыгінала ў растравы. Звычайна першым растравым відарысам з'яўляецца фотаформа або камплект колерападзеленых фотаформаў, негатываў або дыяпазітываў, г. зн. растраванне праводзяць у фотапрацэсе, а таксама шляхам электроннага або лічбавага растравання. З растравых фотаформаў вырабляюць растравыя друкарскія формы і далей растравыя друкарскія адбіткі. Таму растравае ўзнаўленне — тыповая паліграфічная тэхналогія, якая мае свае тэрэтычныя абрунтаванні.

Растравыя відарысы — фотаформы, друкарскія формы, адбіткі маюць растравую структуру. Аптычную шчыльнасць растравага відарыса называюць звычайна візуальнай шчыльнасцю. Сувязь паміж аптычнымі шчыльнасцямі падкладкі і растравай кропкі, якія ўтвараюць візуальную ілюзію тонавага відарыса, і візуальнай шчыльнасцю растравага відарыса падае формула Мурэя — Дэвіса. Яна звязвае візуальную шчыльнасць растравага відарыса з адноснай плошчай растравай кропкі і аптычнымі шчыльнасцямі растравай кропкі і падкладкі і для фотаформаў мае выгляд [1]

$$D^V = -\lg \left[S^{\Phi\Phi} \times 10^{-D_\Phi} + (1 - S^{\Phi\Phi}) \times 10^{-D_n} \right], \quad (1)$$

дзе D^V — візуальная шчыльнасць участка растравай фотаформы; $S^{\Phi\Phi}$ — адносная плошча растравай кропкі фотаформы ў долях адзінкі; D_Φ — аптычная шчыльнасць растравых кропак; D_n — аптычная шчыльнасць падкладкі.

З формулы Мурэя — Дэвіса відавочным чынам вызначаецца адносны памер растравай кропкі:

$$S^{\Phi\Phi} = \frac{10^{-D^V} - 10^{-D_n}}{10^{-D_\Phi} - 10^{-D_n}} \times 100, \%. \quad (2)$$

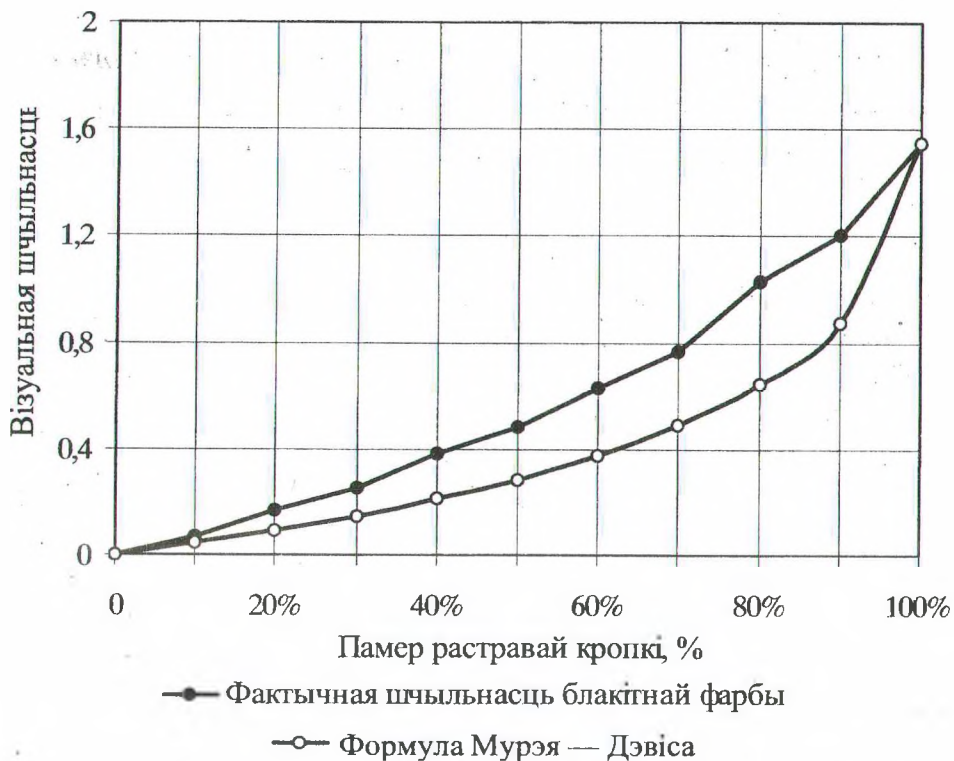
Формулы (1—2), запісаныя для фотаформаў, справядлівыя таксама для растравых друкарскіх формаў і адбіткаў.

Просты прыклад паказвае (рыс. 1), што формула Мурэя — Дэвіса, дзе $S^{\Phi\Phi}$ — памеры кропак фотаформы, а D_Φ і D_n — аптычныя шчыльнасці адпаведна фарбы і паперы, дае аптычныя шчыльнасці адбітка, велічыні якіх меншыя за фактычныя, вымераныя на дэнсіметры.

Юл і Нільсен прапанавалі ўвесці ў формулу Мурэя — Дэвіса (1) каэфіцыент N , які лікава ўлічвае павелічэнне візуальнай шчыльнасці растравага поля на адбітку, павялічваючы яго візуальную шчыльнасць да яе фактычнага значэння:

$$D^V = -N \lg \left[S^{\Phi\Phi} \times 10^{-\frac{D_\Phi}{N}} + (1 - S^{\Phi\Phi}) \times 10^{-\frac{D_n}{N}} \right], \quad (3)$$

дзе $S^{\Phi\Phi}$ — адносная плошча растравай кропкі фотаформы; D_Φ і D_n — аптычныя шчыльнасці адпаведна фарбы і паперы.



Рыс. 1. Візуальныя шчыльнасці растравых палёў

З улікам формулы Юла — Нільсена (3) адносна памер растравай кропкі на фотаформе задаецца выразам:

$$S^{\Phi\Phi}, \% = \frac{10 \frac{D^V}{N} - 10 \frac{D_n}{N}}{10 \frac{D_\Phi}{N} - 10 \frac{D_n}{N}} \times 100. \quad (4)$$

Выкарыстанне формулы Юла — Нільсена і формулы (4) у разліках магчымае толькі пасля вызначэння каэфіцыента N , які ўлічвае павелічэнне аптычнай шчыльнасці растравага поля на адбітку ў параўнанні з аптычнай шчыльнасцю, разлічанай па формуле Мурэя — Дэвіса. Гэтае павелічэнне адбываецца з механічных і аптычных прычынаў. Механічныя фактары павелічэння звязаны з ўжываннем пэўнай велічыні друкарскага ціску, дзякуючы якому фарба перадаецца на друкаваны матэрыял, у прыватнасці паперу. Аптычныя фактары абумоўлены аптычнымі эфектамі, якія ўзнікаюць пры пранікненні святла ў паперу: яго пэўная частка паглынаецца папяровым пластом, рассеяваецца, іншая частка — адбіваецца. Адбітае святло толькі часткова выходзіць вонка, пэўная яго частка паглынаецца фарбавым пластом растравых кропак (рыс. 2). Аднак з улічэннем аптычных фактараў павелічэння аптычнай шчыльнасці растравых палёў на адбітку ад механічных немагчыма [2], можна толькі ўлічыць вынік іх сумовага ўздзеяння, які фіксуецца значэннем каэфіцыента Юла — Нільсена N .

Вядомы адзіны спосаб вызначэння каэфіцыента Юла — Нільсена [3] шляхам яго падбору такім чынам, каб забяспечыць візуальнае сумяшчэнне крывой 2 з крывой 1 (рыс. 1) для трыядных фарбаў. Аднак такі шлях візуальнага падбору нельга прызнаць здавальняючым. Больш дасканалым ёсць наступны лікавы падыход, які дазваляе разлічыць значэнне каэфіцыента Юла — Нільсена за невялікую колькасць ітэрацый.

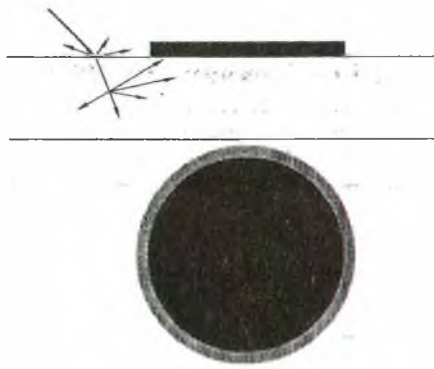


Рис. 2. Паглыннанне святла растравымі кропкамі

Пазначым D_i^j — візуальную шчыльнасць i -га поля адбітка 10-польнай растравай шкалы для j -й трыяднай (блакітнай, пурпуровай, жоўтай, чорнай) фарбы, $i = \overline{1, 10}$; $j = 1, 2, 3, 4$. Для таго каб крывыя, апісаныя формулай (3), праходзілі праз пункты крывых, апісаных формулай (1) (рис. 1), дастаткова патрабаваць выканання роўнасцяў

$$D_i^j = -N \lg \left[S_i^{\phi\phi} \times 10^{-\frac{D_\phi}{N}} + (1 - S_i^{\phi\phi}) \times 10^{-\frac{D_n}{N}} \right]. \quad (5)$$

Пасля вымярэння на адбітку значэнняў аптычных шчыльнасцяў D_ϕ і D_n лікавае рашэнне раўнанняў (5) дазваляе знайсці велічыню каэфіцыента Юла — Нільсена N . Можна, аднак, выкарыстаць іншы шлях.

Вядома, што ў стандартах, якія ўжываюцца ў друкарскіх працэсах, вызначаны велічыні аптычных шчыльнасцяў трыядных фарбаў і расціскання для 40%-ных і 80%-ных растравых палёў. Патрабаванні стандарта ISO 12647-2 (1996 г.) прыведзены ў табл. 1. Як бачна з табл. 1, патрабаванні да аптычных шчыльнасцяў і велічыняў расціскання растравай кропкі зафіксаваныя з допускамі. Для зручнасці прывядзём іх у форме інтэрвалаў (табл. 2).

Табліца 1

Аптычная шчыльнасць і расцісканне для 40%-ных і 80%-ных палёў

| Тып паперы | Фарба | Аптычная шчыльнасць плашкі | Расцісканне для 40%-ных палёў, % | Расцісканне для 80%-ных палёў, % |
|---|------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Глянцавая мелаваная чыстацэлюлозная | Блакітная | 1,55±0,10 | 16±4 | 12±3 |
| | Пурпуровая | 1,50±0,10 | 16±4 | 12±3 |
| | Жоўтая | 1,45±0,10 | 16±4 | 12±3 |
| | Чорная | 1,85±0,10 | 19±4 | 13±3 |
| Глянцавая мелаваная | Блакітная | 1,45±0,10 | 16±4 | 12±3 |
| | Пурпуровая | 1,40±0,10 | 16±4 | 12±3 |
| | Жоўтая | 1,25±0,10 | 16±4 | 12±3 |
| | Чорная | 1,875±0,10 | 19±4 | 13±3 |
| Немелаваная | Блакітная | 1,00±0,15 | 22±4 | 14±3 |
| | Пурпуровая | 0,95±0,15 | 22±4 | 14±3 |
| | Жоўтая | 0,95±0,15 | 22±4 | 14±3 |
| | Чорная | 1,825±0,15 | 25±4 | 14±3 |

Аптычная шчыльнасць і расцісканне для 40%-ных і 80%-ных палёў

| Тып паперы | Фарба | Аптычная шчыльнасць плашкі | Расцісканне для 40%-ных палёў, % | Расцісканне для 80%-ных палёў, % |
|---|------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Глянцавая мелаваная чыстацэлюлозная | Блакітная | 1,75–1,65 | 12–20 | 9–15 |
| | Пурпуровая | 1,40–1,60 | 12–20 | 9–15 |
| | Жоўтая | 1,35–1,55 | 12–20 | 9–15 |
| | Чорная | 1,75–1,95 | 15–23 | 10–16 |
| Глянцавая мелаваная | Блакітная | 1,35–1,55 | 12–20 | 9–15 |
| | Пурпуровая | 1,30–1,50 | 12–20 | 9–15 |
| | Жоўтая | 1,15–1,35 | 12–20 | 9–15 |
| | Чорная | 1,775–1,975 | 15–23 | 10–16 |
| Немелаваная | Блакітная | 0,85–1,15 | 18–26 | 11–17 |
| | Пурпуровая | 0,80–1,10 | 18–26 | 11–17 |
| | Жоўтая | 0,80–1,10 | 18–26 | 11–17 |
| | Чорная | 1,675–1,975 | 21–29 | 11–17 |

Цяпер для вызначэння каэфіцыента Юла — Нільсена паводле звестак табл. 2 неабходна на рашыць $4 \times 3 \times 2 \times 2 \times 2 = 72$ раўнанні, якія маюць наступны агульны выгляд:

$$D_{40}^j = -N \lg \left[0,4 \times 10^{-\frac{D_\phi}{N}} + 0,6 \right], \quad (6)$$

$$D_{80}^j = -N \lg \left[0,8 \times 10^{-\frac{D_\phi}{N}} + 0,2 \right]. \quad (7)$$

У формулах (6–7) сімваламі D_{40}^j і D_{80}^j пазначаны адпаведна аптычныя шчыльнасці 40%-ных і 80%-ных палёў трыядных фарбаў. Каб з раўнанняў (6–7) знайсці значэнні каэфіцыента Юла — Нільсена, трэба спачатку вылічыць значэнні велічыняў D_{40}^j і D_{80}^j . Каб знайсці гэтыя велічыні, запішам формулу Мурэя — Дэвіса для растравых адбіткаў

$$D^V = -\lg \left[S^{\text{adb}} \times 10^{-D_\phi} + (1 - S^{\text{adb}}) \times 10^{-D_n} \right], \quad (8)$$

дзе D^V — візуальная шчыльнасць участка растравага адбітка; S^{adb} — адносная плошча растравай кропкі адбітка ў долях адзінкі; D_ϕ — аптычная шчыльнасць плашкі; D_n — аптычная шчыльнасць паперы.

З формулы Мурэя — Дэвіса (8) можна знайсці адносны памер растравай кропкі на адбітку:

$$S^{\text{adb}} = \frac{10^{-D^V} - 10^{-D_n}}{10^{-D_\phi} - 10^{-D_n}} \times 100, \%, \quad (9)$$

або, вымяраючы аптычную шчыльнасць фарбы на адбітку адносна паперы ($D_n = 0$),

$$S^{\text{adb}} = \frac{10^{-D^V} - 1}{10^{-D_\phi} - 1} \times 100, \%. \quad (10)$$

Велічыні каэфіцыентаў Юла — Нільсена

| Тып паперы | Фарба | Шчыльнасць плашкі | D_{40}^V | D_{80}^V | N для 40%-ных палёў | N для 80%-ных палёў |
|--|------------|----------------------|------------|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Глянцавая мелаваная чыстацэлюлозная | Блакітная | 1,45–1,65 | 0,30–0,38 | 0,85–1,15 | 1,51–2,50 | 1,44–3,55 |
| | Пурпуровая | 1,40–1,60 | 0,31–0,38 | 0,84–1,13 | 1,60–2,63 | 1,56–3,74 |
| | Жоўтая | 1,35–1,55 | 0,30–0,38 | 0,82–1,11 | 1,55–2,80 | 1,69–4,00 |
| | Чорная | 1,75–1,95 | 0,34–0,42 | 0,94–1,29 | 1,68–2,51 | 1,53–5,82 |
| Глянцавая мелаваная | Блакітная | 1,35–1,55 | 0,30–0,38 | 0,82–1,11 | 1,55–2,80 | 2,65–3,99 |
| | Пурпуровая | 1,30–1,50 | 0,30–0,38 | 0,81–1,10 | 1,58–3,02 | 1,43–4,74 |
| | Жоўтая | 1,15–1,35 | 0,29–0,27 | 0,76–1,03 | 1,58–3,78 | 1,40–7,17 |
| | Чорная | 1,775–1,975 | 0,34–0,42 | 0,94–1,30 | 1,67–2,48 | 1,52–5,53 |
| Немелаваная | Блакітная | 0,85–1,15 | 0,30–0,41 | 0,66–1,01 | 1,99–7,04 | 1,25–6,89 |
| | Пурпуровая | 0,80–1,10 | 0,29–0,41 | 0,63–0,97 | 1,93–10,8 | 1,19–11,1 |
| | Жоўтая | 0,80–1,10 | 0,29–0,41 | 0,63–0,97 | 1,93–10,8 | 1,19–11,1 |
| | Чорная | 1,675–1,975 | 0,40–0,46 | 0,96–1,39 | 2,11–3,26 | 1,81–4,50 |

Для 40%-ных і 80%-ных растравых палёў на адбітку формула (10) прымае выгляд

$$40 + \Delta S = \frac{10^{-D^V} - 1}{10^{-D_{\Phi}} - 1} \times 100, \% ; \quad (11)$$

$$80 + \Delta S = \frac{10^{-D^V} - 1}{10^{-D_{\Phi}} - 1} \times 100, \% . \quad (12)$$

Патрабаваннямі стандарта ISO 12647-2 (1996 г.) значэнні ΔS , %, у раўнаннях (11—12) зададзеныя. Таму ў выніку рашэння раўнанняў (11—12) знойдзены велічыні D_{40}^J і D_{80}^J — візуальныя шчыльнасці 40%-ных і 80%-ных растравых палёў, пасля чаго выканана рашэнне раўнанняў (9—10). Вынікі рашэння раўнанняў (9—10) для розных тыпаў паперы прыведзены ў табл. 3.

Такім чынам, фіксацыя значэнняў аптычнай шчыльнасці фарбаў і расціскання растравай кропкі на адбітку дазваляе вызначыць значэнне каэфіцыента Юла — Нільсена.

Як вядома, павелічэнне адносных памераў растравых кропак на адбітку $S^{\text{адб}}$ у паўнаўнанні з іх памерамі $S^{\text{фФ}}$ на фотаформе называюць расцісканнем растравай кропкі

$$\Delta S = S^{\text{адб}} - S^{\text{фФ}}, \% . \quad (13)$$

Таблица 4

Расцісканне 40%-ных і 80%-ных палёў для блакітнай фарбы

| N | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,0 |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\Delta S_{40\%}$ | 0 | 3 | 5 | 8 | 10 | 11 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 21 | 22 | 22 | 23 | 23 | 24 |
| $\Delta S_{80\%}$ | 0 | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 | 10 | 10 | 11 | 12 | 12 | 13 | 13 | 14 | 14 | 14 | 15 |

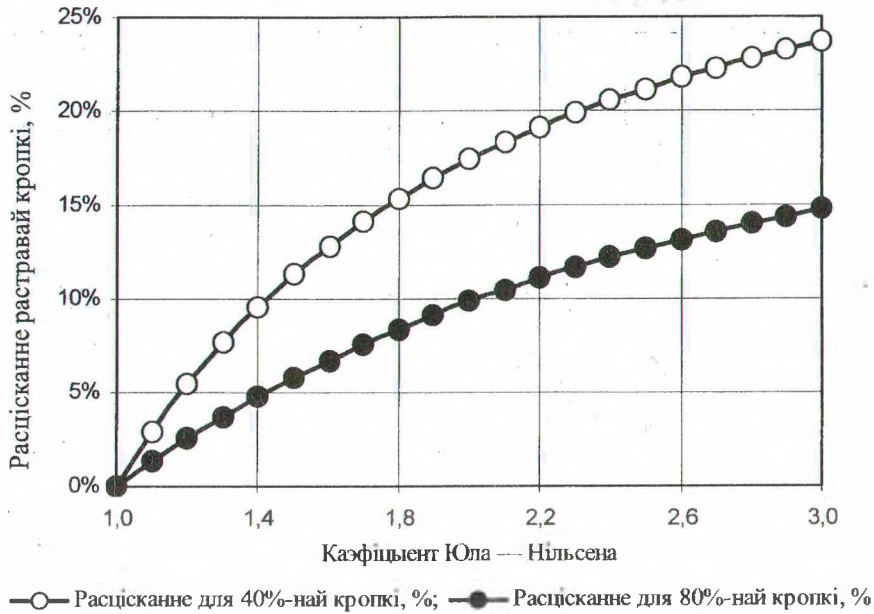


Рис. 3. Сувязь значэнняў каэфіцыентаў Юла — Нільсена і расщеплення

Відавочна, што велічыня расщеплення ΔS і каэфіцыент Юла — Нільсена N апісваюць адзін і той жа працэс, і таму звязаныя паміж сабой. Сапраўды, падставіўшы ў роўнасць (13) выразы для $S^{адб}$ і $S^{фф}$ з формулаў адпаведна (2) і (4) атрымаем

$$\Delta S = \left(\frac{10^{-D^V} - 10^{-D_n}}{10^{-D_\phi} - 10^{-D_n}} - \frac{10^{-\frac{D^V}{N}} - 10^{-\frac{D_n}{N}}}{10^{-\frac{D_\phi}{N}} - 10^{-\frac{D_n}{N}}} \right) \times 100, \% \quad (14)$$

Выраз (14) дае аналітычную залежнасць паказчыкаў ΔS і N . Задаўшы значэнні каэфіцыента Юла — Нільсена ў дыяпазоне $N=1,50—3,00$ праз 0,1 і фіксуючы значэнне аптычнай шчыльнасці плашкі, прыкладам $D_\phi=1,45$ для блакітнай фарбы, можна паводле формулы (14) атрымаць значэнні расщеплення для 40%-ных і 80%-ных растравых палёў, прыведзеныя ў табл. 4 (рыс. 3).

ЛІТАРАТУРА

1. Якаўлеў М. К., Залатар Я. А. Кантроль растравых фотаформаў // Труды БГТУ. Сер. IX. Издат. дело и полиграфия. — 2002. — Вып. 10. — С. 43—47.
2. Каныгин Н. И. Контроль качества воспроизведения растровых изображений на оттиске // Полиграфист&Издатель. 1998. — № 1. — С.118.
3. Зернов В. А. Фотографические процессы в репродукционной технике. — 1969.