

# Вимірюємо Jetness чорноту , її насиченість і відтінок

дата публікації: 2021.12.13



**Технічний вуглець (сажа, чорний барвник) - це матеріал з довгою історією, виробництво якого походить від ранніх цивілізацій. Його первісне використання можна простежити до стародавнього Китаю, перших єгиптян та Індії часів до нашої ери. Зростання попиту на сажу було особливо обумовлене винаходом друкарського верстата в п'ятнадцятому столітті.**

Сьогодні технічний вуглець присутній у всіх аспектах сучасного життя. Він використовується в чорнилі для струменевих принтерів, як зміцнювач натурального і синтетичного каучуку, як активний агент в електропровідних пластмасах. Ймовірно, найбільш широке і відоме застосування сажі - це використання в якості пігменту в фарбах, покриттях і пластмасах для надання глибокого чорного кольору, оскільки вона має більш високу барвну здатність в порівнянні з залізоокисними чорними або органічними пігментами. А це значить, що не все чорне однаково.

## **Визначення чорноти**

Як правило, чорний колір виникає через відсутність видимого світла або його повне поглинання. Провідні виробники сажі пропонують чорні пігменти, які поглинають до 99,98% світла. Чим вище коефіцієнт поглинання середовища (матеріалу), наприклад чорного покриття, тим вище досягається значення чорноти (Mu). Ця величина дозволяє нам описувати чорний в поняттях "світліший" або "більш темний", так як повністю залежить від ступеня відображення / поглинання світла.

Але крім цього, покриття глибокого чорного кольору можуть мати відтінок - синюватий або коричневий. Глибокий чорний колір з блакитним відтінком в повному тоні сприймається більш насиченим, темним і яскравим, ніж чорний з коричневим відтінком.

Два зразка з однаковою чорнотою (Mu) і різним відтінком (dM) можуть сприйматися як різні

відтінки чорного, причому зразок з блакитним відтінком буде сприйматися як більш глибокий чорний. З цієї причини чорному з блакитним відтінком частіше надаються перевагу в технічних областях, наприклад, для покриттів в автомобільній промисловості. Залежна від колірною відтінку насиченість чорного, називається «Jetness» (M<sub>c</sub>).

Розрахунок величини чорноти M<sub>y</sub> заснований на одному із значень колірних координат - Y (яскравість, світлота) і спостерігачі 10°:

### Blackness M<sub>y</sub> - Чорнота

**$M_y = 100 \log (100 / Y)$  де Y є одним з параметрів XYZ, що описують світлоту.**

Це визначає тільки ступінь світлоти / темноти зразка без урахування кольорового відтінку. Оскільки відтінок чорного впливає на візуальну оцінку, ступінь чорноти, що залежить від відтінку (насиченість), розраховується наступним чином:

### Jetness M<sub>c</sub> - Насиченість чорного (чорнота, що залежить від кольору)

**$M_c = 100 * (\log (X_n / X) - \log (Z_n / Z) + \log (Y_n / Y))$**

Величина M<sub>c</sub> описує більш високу чорноту, якщо присутній блакитний відтінок, і нижчу насиченість, якщо відтінок коричневий. Крім того, насиченість чорного залежить від розміру первинних частинок, площі поверхні і ступеня дисперсності сажі. Таким чином, сажа з меншими розмірами первинних частинок зазвичай має більш високу ступінь чорноти, ніж сажа з більшими розмірами частинок. Різниця між значеннями M<sub>c</sub> і M<sub>y</sub> визначає колірний тон чорного, так званий Відтінок (dM):

### Undertone dM - Абсолютний вклад відтінку

**$dM = M_c - M_y = 100 * (\log (X_n / X) - \log (Z_n / Z))$**

Відтінок dM описує кількість блакитної компоненти в разі позитивних значень і кількість червонокоричневої компоненти в разі негативних значень. Відтінок dM кількісно визначає, наскільки нейтральний чорний пігмент + сполучна. Як  $M_c = dM + M_y$ , відтінку  $dM = M_c - M_y$   
 $dM < 0$  відтінок коричнево-червонуватий

$dM = 0$  чорний колір ідеально ахроматичний або нейтральний

$dM > 0$  чорний колір має блакитний відтінок, який часто є кращим

Чорнота (M<sub>y</sub>), Насиченість чорного (M<sub>c</sub>) і Відтінок (dM) вказані в міжнародних стандартах ISO/DIS 18314-3 і DIN 55979.

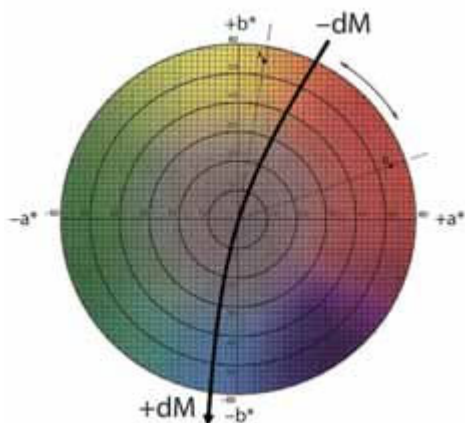


Рис. 1: dM Відтінок

### Проблеми кількісної оцінки чорноти

Для спектрофотометра завжди було найбільшою проблемою домогтися відтворених результатів на зразках чорного кольору. У той час як білий зразок відображає майже 100 відсотків світла, випромінюваного джерелом світла спектрофотометра, частка відбитого світла стає все менше і менше з більш темними кольорами - в міру того, як зразок поглинає все більшу кількість світла. Отже, так зване «співвідношення сигнал/шум» змінюється з темними кольорами: сигнал вимірювання зменшується, в той час як тепловий шум, який в основному викликаний електронними компонентами, залишається постійним. Вимірювання інноваційних, найглибших чорних покриттів з дуже низьким відбиттям відбуваються при значенні яскравості / світлоти  $L^* < 1$ . Це складне завдання для вимірювального приладу, яка доводить технічні характеристики портативного спектрофотометра до межі.

Останній представник сімейства Spectro2guide, спектрофотометр Spectro2guide Pro, був розроблений для точного вимірювання чорного і опису його відтінків, незалежно від того, наскільки глибоким може бути чорний колір.

Провідні фахівці виробників чорних пігментів кинули виклик фірмі BYK-Gardner GmbH щодо оцінки точності вимірювання самих глибоко-чорних саж в якості зразків. Основою відмінної продуктивності є використання в якості джерела світла потужних світлодіодів, які, завдяки фірмовому процесу управління виробництвом BYK, забезпечують виняткову короткострокову і довгострокову стабільність, і гарантують абсолютно однорідне освітлення точки вимірювання.

Для управління «співвідношенням сигнал/шум» високоточні електронні та оптичні компоненти поєднуються зі спеціальним калібруванням і режимом роботи для вимірювання чорного кольору: світлодіодні лампи живляться більшою енергією, що призводить до більш високої інтенсивності світла і збільшенню часу освітлення.

У цьому так званому Jetness-режимі кольори з низькими значеннями чорного виміряти не можна.

Якщо користувач почне вимірювати сірий зразок - прилад запропонує йому виміряти зразок в «звичайному» режимі, і замість M-значень будуть відображатися так звані G-значення (значення сірого, Grayness).

Індекси Jetness (M-значення і G-значення) визначені в DIN ISO 18314-3.

Таким чином, на глибокому чорному кольорі з високою світлопоглинальною здатністю Spectro2guide Pro зможе видавати ідеально стабільний сигнал якомога точніше.



### **Перевірка можливості вимірювання**

Spectro2guide Pro був протестований на 6 зразках «Тест 1 - Тест 6» з градуйованими значеннями  $M_u$  і  $dM$ . Зразки представляють собою скляні пластини, пофарбовані в чорний глянцеваий колір. Глибокий чорний колір можна виміряти тільки на глянцеваих і абсолютно

чистих зразках. Будь-які забруднення або неоднорідності поверхні можуть істотно впливати на результати вимірювань. Тому поверхня зразка повинна бути без подряпин, відбитків пальців і пилу. Під час випробування поверхню зразка перед вимірюванням очищалися дистильованою водою і безворсовими серветками.

Щоб гарантувати ідеальну підготовку поверхні зразка в комплект Spectro2guide Pro входить світлодіодний ліхтарик. Його можна використовувати для оцінки якості поверхні зразка при яскравому прямому освітленні. Кут освітлення 15-45 градусів виявився найбільш ефективним.

Візуальна оцінка проводилася в камері порівняння кольорів BykoSpectra Pro при денному світлі D65 під кутом 45 градусів. Byko-Spectra Pro використовує розумну комбінацію вольфрамово-галогенних ламп з фільтром і світлодіодів для імітації D65, що призводить до високого класу рендеринга А згідно CIE 51.2. Завдяки цьому Byko-Spectra Pro ідеально підходить для критичною колірної оцінки чистого кольору і гарантує точне порівняння кольорів відповідно до освітленням CIE D65.

Досвідчений спостерігач може впорядкувати зразки за ступенем їх чорноти. Порядок відповідає назві зразків: зразок «Тест 1» - це зразок з найнижчим значенням чорноти ( $M_u$ ), а зразок «Тест 6» - зразок з найвищим значенням чорного ( $M_u$ ), найглибшим чорним. Зразки «Тест 5» і «Тест 6» важко відрізнити один від одного. Що стосується півтону, то зразки «Тест 5» і «Тест 6» сприймаються як явно блакитні ( $dM$ ). Зразок «Тест 1» має жовтий відтінок ( $dM$ ). Зразки від «Тест 2» до «Тест 4» зазвичай класифікуються як нейтральні за кольором, тобто без чіткого відтінку ( $dM$ ).

Кожен зразок вимірювався 50 раз поспіль в одній і тій же точці вимірювання. Spectro2guide Pro безпосередньо підключається до програмного забезпечення Smart-lab Color, що дозволяє запускати онлайн-вимірювання за допомогою програмного забезпечення, щоб мінімізувати вплив користувача. Дані вимірювань також аналізувалися в програмі Smart-lab Color.

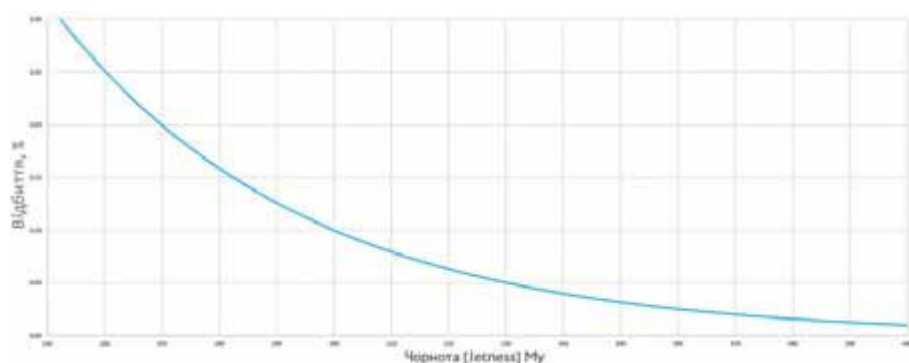


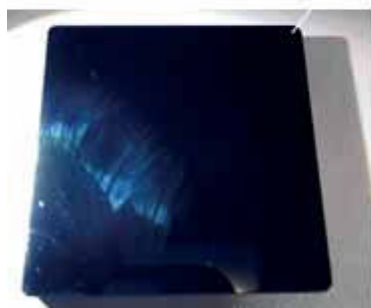
Рис. 2: Зниження ремісії зі збільшенням  $M_u$

## Результати

Мета будь-якого спектрофотометра - виміряти те, що ви бачите. Ця мета була успішно досягнута в ході випробувань. Spectro2guide Pro може сортувати зразки від «Тест 1» до «Тест 6» за рівнем чорного і півтону відповідно до візуальної оцінки. На рисунку 3 графічно показані як виміряне значення  $M_u$  чорного, так і результати для  $dM$  півтону всіх тестових плиток.

Про надійність вимірювання найкраще судити, проаналізувавши точність вимірювання, яка б означала відтворюваність спектрофотометра. Нижче як приклад представлені результати для зразка «Тест 6», так як це найглибший чорний колір (гранично чорний), що знаходиться на верхньому кінці шкали чорного з  $M_u \max = 400$ . Зразок «Тест 6» дає середнє значення чорного, рівне 393, 56, що відповідає виміряному значенню Y, рівному в середньому 0,0116. Незважаючи

на відбиття всього 116 частин на мільйон падаючого світла, отримане стандартне відхилення  $Y$  становить всього 0,0002 (дисперсія 0,0172) для 50 вимірювань. .



**Світлодіодний ліхтарик**  
допомагає пересвідчитися у пилу на зразку



### **Висновок**

Технічні характеристики спектрофотометра Spectro2guide Pro чудові навіть на зразках глибокого чорного кольору із значенням  $M_u$ , близьким до 400. Крім того, сімейство spectro2guide, що складається з Spectro2go, Spectro2guide і Spectro2guide Pro, є єдиним спектрофотометром в світі, здатним вимірювати одночасно колір і блиск, а також прогнозувати довгострокову стабільність кольору зразка. Світлостійкість аналізується комбінацією спектрофотометра з флуориметром.



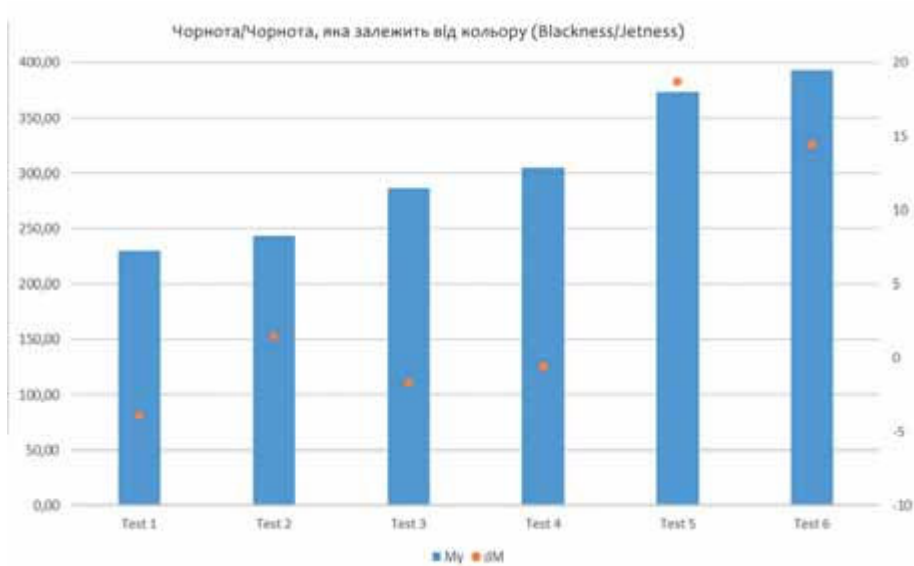


Рис. 3: Значення чорноти  $\mu$  і відтінку  $dM$  тестових плиток 1-6

**Spectro2guide Pro** відкриває абсолютно нові можливості для управління колірною гармонією і гарантує стабільність кольору - незалежно від того, з яким відтінком і наскільки глибоким може бути чорний.

*“Професиональная покраска” № 5 (115) 2021*

Джерело: <http://www.coatings.net.ua/drukujpdf/artukul/1224>