

УДК 667 : 655.1 : 331.4

Михайлова Є. О.

к.т.н., доцент, доцент кафедри здорового способу життя, технологій і безпеки життєдіяльності ХНЕУ ім. С. Кузнеця

Мороз М. О.

к.т.н., доцент, доцент кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності ХНУМГ ім. О. М. Бекетова

ТОНЕР – ОДНА ІЗ ПРИХОВАНИХ НЕБЕЗПЕК ЦИФРОВОГО ДРУКУ

Тонер – це фарбувальна речовина, яка використовується в картриджах принтерів, копіювальних апаратів, багатофункціональних друкарських пристроях на основі лазерної технології цифрового друку. У цьому випадку електрографічні апарати створюють зображення шляхом прямого перенесення тонера на задрукований матеріал під час виведення електронних файлів на друк. Таким методом можна друкувати практично все: бланки, брошури, листівки, візитки, календарі, картини, широкоформатні постери тощо. На відміну від інших способів, цифровий друк виконується без застосування друкарських форм, що робить його більш швидким, економічно доцільним і високоякісним.

У теперішній час застосування лазерної технології друку поліграфічної продукції отримало широке розповсюдження. Окрім загальновідомих переваг, потрібно вказати на один з головних недоліків цього методу, пов'язаний із небезпечним впливом тонера на людину, яка з ним працює. Незважаючи на те, що тонер вважається безпечним при нормальному використанні, він все ж таки може становити небезпеку для здоров'я людини. Тонер містить різні хімічні сполуки, такі як полімери, пігменти та добавки, які при нагріванні переносяться на задрукований матеріал. Однак, при використанні лазерної техніки, ці хімічні сполуки можуть випаровуватися в повітря та потрапляти в організм людини через дихальну систему або контакт зі шкірою. Деякі сполуки, що містяться в тонері, можуть бути канцерогенами або мати інші токсичні властивості. Тому знання про гіпотетичні ймовірні небезпеки дозволять дотримуватися запобіжних заходів при використанні цих речовин.

Тонер – це фарбуючий порошок, що володіє особливими властивостями, який переноситься на задрукований матеріал за допомогою електростатичних сил [1]. Тонер складається з мікроскопічних гранул. Середній розмір гранул тонера становить від 5 до 30 мкм. Чим дрібніші і однорідніші гранули, тим менша їх абразивна дія і тим вища роздільна здатність, щільність і якість друку. Гранула тонера, у свою чергу, складається з ядра, полімерної оболонки та різних добавок. Ядро виготовляється з парафіну, який при нагріванні у фюзері принтера плавиться і виконує роль мастила, не дозволяючи аркушу прилипати до валиків фіксації. Полімерна оболонка – це своєрідний транспорт для інших частинок тонера. Вона зв'язує їх у єдине ціле, надає здатності набувати

заряду і закріплюватися на аркуші паперу. У даний час при виробництві тонера використовують поліестер та стирен-акрилові полімери.

Щоб частинки тонера могли набувати позитивного або негативного заряду, до полімерної основи додається регулятор заряду. Для надання тонеру негативного заряду використовуються азотні барвники чи органічні кислоти, а отримання позитивного заряду – нігрозинові барвники і четвертинні солі.

До складу тонера включаються частинки магнетиту, які забезпечують його магнітні властивості. Магнетит виконує лише одну функцію: знижує запилення тонера.

Для надання тонеру властивостей, необхідних для його термічного закріплення на папері, до складу мікрогранул включають модифікатори. Модифікатори забезпечують необхідну температуру розм'якшення тонера, надають зображенню глянець. Як модифікатори можуть бути використані поліпропілен, поліетилен, віск або інші добавки.

Так як полімери, що використовуються при виробництві тонерів, безбарвні, до них додаються фарбувальні речовини. Для отримання чорного кольору до магнітних тонерів вводять магнетит, а до немагнітних – сажу. Для отримання кольору, відмінного від чорного, до полімерів включаються пігменти відповідного кольору.

Щоб тонер можна було легко перенести на фотобарабан, він повинен мати електричний заряд і плинність. Для досягнення зазначених властивостей у тонері присутні поверхневі добавки (агенти) у вигляді полімерів або амфорного кремній оксиду (IV).

Одним із основних ризиків, пов'язаних із тонерами, є їх вплив на дихальну систему людини. Під час використання принтера або копіювальної машини тонер може вивільнятися у повітря у вигляді найдрібніших частинок. Вдихання цих частинок може викликати різні проблеми зі здоров'ям: від подразнення очей і носа до серйозніших станів, таких як астма або хронічний обструктивний бронхіт.

Розміри середньостатистичних ганул тонера перебувають у діапазоні від 3 до 4 мкн. Для порівняння частинки побутового пилу становлять 30–80 мкн. Природні фільтри нашого організму не можуть затримати дрібніші фракції. Отже, потенційно небезпечні речовини здатні проникати в легені і навіть проникати в кровотік через маленькі тріщини або ушкодження легеневої тканини. Частинки тонера, що потрапили до організму людини не виводяться з мокротинням, як пил, а осідають на поверхні внутрішніх органів, покриваючи їх щільною плівкою. Звідси злякисні новоутворення у легенях чи інші форми захворювань дихальної системи. Крім того, контакт з тонерами може викликати подразнення та алергічні реакції на шкірі. Деякі компоненти тонера можуть бути агресивними і викликати почервоніння, свербіж чи висипання. Люди з чутливою шкірою або алергічними реакціями особливо схильні до ризику.

Так, одним із компонентів тонера є термопластичні смоли, які можуть містити такі речовини, як стирол та акриловий полімер. Стирол є відомим канцерогеном, здатним викликати рак підшлункової залози та лейкемію. Сополімери стиролу, які входять до складу тонера, токсичні, їх концентрація у повітрі робочої зони не повинна перевищувати 10 мг/м³. Акрилові полімери можуть викликати подразнення очей та шкіри, а при тривалому контакті з ними впливати на функцію печінки та нирок.

Іншим небезпечним компонентом тонеру є вугільний порошок або сажа. Ці речовини, як мінімум, можуть призвести до подразнення дихальних шляхів та викликати симптоми, такі як кашель, утруднене дихання та біль у грудях. Тривала або повторна їх дія на органи дихання може призвести до розвитку хронічних захворювань, включаючи бронхіт та астму.

Небезпека використання тонерів ускладнюється неправильним поводженням із відпрацьованими картриджами. При недотриманні правил утилізації цих матеріалів, небезпечні компоненти можуть потрапляти у навколишнє середовище та забруднювати ґрунт та воду. Крім того, суміш частинок тонера, яка знаходиться у повітрі, може створювати пожежонебезпечні та вибухонебезпечні концентрації. Нижня межа займання такої суміші становить 21 г/м³. Щоб мінімізувати ризики, пов'язані з використанням тонерів, слід дотримуватися певних правил безпеки [2].

По-перше, завжди працювати в приміщенні, що добре провітрюється, або використовувати спеціальні системи вентиляції для видалення тонера з повітря. Щоб забезпечити чистоту повітря у робочій зоні приміщень, призначених для роботи з тонером, необхідно обладнати їх припливно-витяжною вентиляцією.

Крім того, важливим заходом безпеки є використання засобів індивідуального захисту. Під час роботи рекомендується використовувати рукавички, респіратори або маски з фільтром для особистого захисту від контакту з тонером. При виборі необхідно звернути увагу на сертифікацію та клас фільтрації. Вибраний елемент має бути сертифікований і чітко позначений, як фільтруючий за класом Н-10...14. Це гарантує ефективне затримання найдрібніших частинок тонера та запобігання їх потраплянню в організм людини. Крім правильного вибору фільтра, також необхідно стежити за його станом та регулярно проводити його заміну або очищення. Засмічений чи зношений фільтр може втратити ефективність та пропустити частинки тонера, що підвищить ризик для здоров'я.

Список використаних джерел

1. Kwan K.S.-W., Kan C.-W. (2022). Comparison and Analysis of Colorant in Toner Cartridges: A Material Safety Data Sheet Study. *Dyes and Pigments – Insights and Applications*, edited by Brajesh Kumar. DOI: 10.5772/intechopen.107439.

2. НПАОП 22.1-1.02-07. Правила охорони праці для підприємств та організацій поліграфічної промисловості. URL: <http://surl.li/qnlts>