

Електростатичне фарбування деревини на виробництві каркасних меблів

дата публікації: 2023.10.30

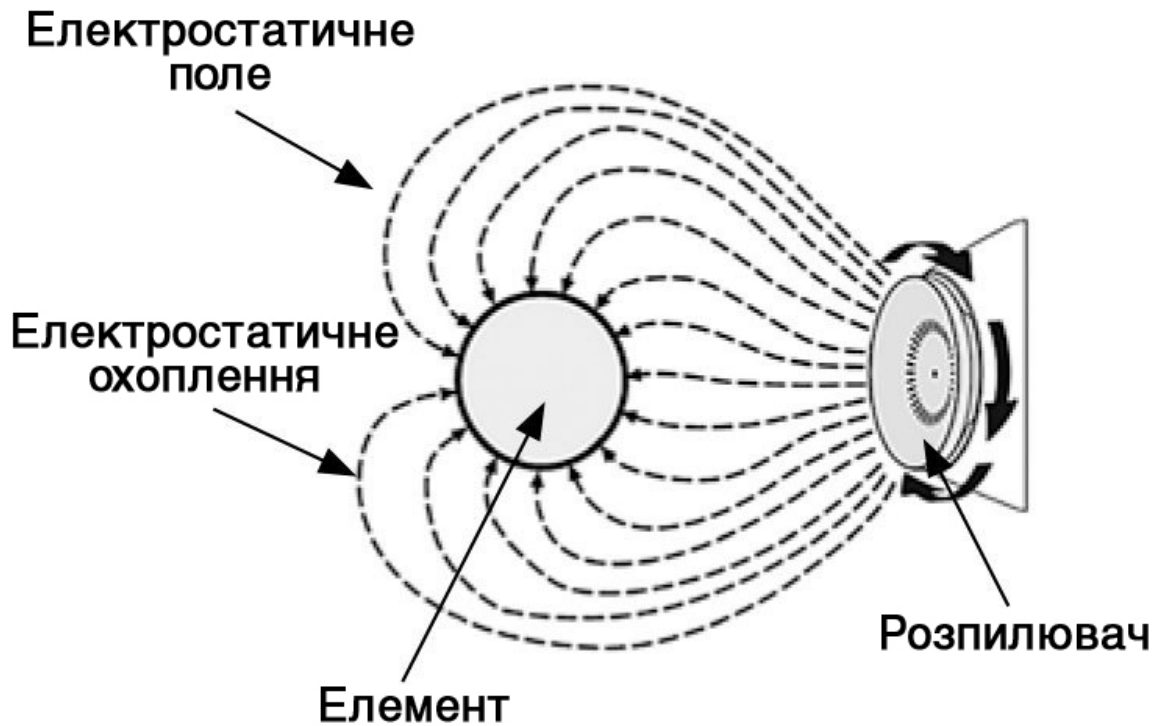


Рис. 1. Принцип дії електростатичного розпилювача

Електростатичне фарбування, яке є одним із методів нанесення лакофарбових покриттів, передбачає створення сильного електростатичного поля, яке сприяє розсіюванню фарби та спрямовує електрично заряджені частинки фарби на заземлений об'єкт. Електростатичне поле створюється високою напругою (30-160 кВ) з допомогою генератора. Електростатичне фарбування металевих елементів має давню історію, але в області фарбування деревини це відносно новий метод і через специфічні умови, яким повинен відповідати фарбований об'єкт, менш поширений.

Ці специфічні умови полягають у тому, що фарбований предмет, наприклад, каркас стільця, повинен мати достатню електропровідність, щоб проводити до землі електростатичні заряди, які переносяться на опоряджувану поверхню разом із лакофарбовим матеріалом. Дерев'яна поверхня з вологістю менше 12% втрачає здатність відводити заряд нанесених частинок фарби. У зв'язку з тим, що деревина в меблевих виробках повинна мати низьку вологість, для використання електростатичного розпилення необхідні додаткові пристрої та процедури, такі як екрани, що вловлюють заряди або насичення деревини електропровідними речовинами. Все це збільшує витрати на фарбування, а іноді навіть робить його неможливим. Лакофарбовий матеріал також повинен відповідати спеціальним вимогам щодо питомого опору, діелектричної проникності, поверхневого натягу, в'язкості та температури спалаху. Однак, незважаючи на ці умови, виробники меблів та інших дерев'яних виробів не випускають із уваги цей метод через його незаперечні переваги в порівнянні з традиційними способами фарбування. Принцип дії

електростатичного фарбування показано на рис. 1.

Конструкція самого електростатичного пістолета складніша, ніж у розпилювачів для інших методів нанесення, оскільки має бути одночасна взаємодія механізму дозування та системи розпилення фарби, а також електронної системи, яка надає ЛФМ електростатичний заряд. Також бажано правильно ізолювати пістолет, щоб електричний заряд не переходив на оператора, особливо на його руку, під час фарбування. Крім того, вже просте підключення трьох шлангів, а саме шлангу подачі фарби, шлангу стисненого повітря та електричного кабелю (рис. 2), певною мірою обмежує маневреність пістолета оператора.



Рис. 2. Електростатичний пістолет WAGNER AQUA COAT

Ці безсумнівні недоліки електростатичного фарбування компенсуються тим фактом, що немає необхідності маніпулювати пістолетом так інтенсивно, як при інших методах. Це пов'язано з тим, що в процесі фарбування, в результаті дії іонізуючого електрода розпилювального пристрою, частинки фарби набувають негативного заряду. Вони мають однойменний заряд, тому відштовхуються одна від одної, що збільшує дисперсність ЛФМ і дозволяє йому рівномірно лягати на готову поверхню. Саме тут відбувається так зване електростатичне огортання (рис. 1). Частинки, що рухаються вздовж силових ліній електростатичного поля, осідають на поверхні заземленого предмета, втрачають свій заряд і утворюють покриття. У цій ситуації будь-які додаткові рухи оператора, які вже стали звичкою і є наслідком фарбування пістолетом для інших методів розпилення, є непотрібними та призводять до погіршення довговічності

шлангів. На жаль, на початкових етапах експлуатації такого пристрою вага пістолету і жорсткість підключених до нього шлангів викликають доволі великий дискомфорт в оператора при експлуатації.

Ще одним питанням, що виникає при експлуатації даного виду обладнання, про яке варто пам'ятати, щоб забезпечити максимальну ефективність електростатичного нанесення лакофарбових покриттів, є стан заземлення фарбованого елемента на підвісці. На рис. 3 зображено підвіску без заземлення, а на рис. 4 із заземленням.



Рис. 3. Підвіска без заземлення.



Рис. 4. Підвіска із заземленням.

Тому необхідно стежити за тим, щоб точки контакту підвіски і зачіпним гаком транспортної системи (рис. 5) не були забруднені фарбою, оскільки це ізолює елемент об'єкт від заземлення і, як наслідок, призводить до погіршення умов фарбування.



Рис. 5. Приклад сильно забруднених гачків, які перешкоджають належному заземленню фарбованого елемента.

У найгіршому випадку електростатичний пістолет перетворюється на звичайний пістолет-розпилювач, і крім того, оператор у такій ситуації може бути єдиним, найближчим добре заземленим об'єктом для фарбування. Перевірка ефективності заземлення зображена на рис. 6.



Рис. 6. Перевірка ефективності заземлення.

Як відомо, в процесі електростатичного фарбування деревини велике значення має вологість фарбованого елемента. Слід зазначити, що поверхня елемента з вологістю менше 12% втрачає здатність відводити заряди нанесених частинок фарби. Через те, що деревина в меблевих виробках повинна мати низьку вологість, для посилення ефекту електростатичного нанесення перед фарбуванням її насичують електропровідними речовинами, наносячи, наприклад, барвники на водній основі. Однак така обробка потребує згоди замовника, який повинен погодитися на колір деревини, відмінний від натурального. У цьому випадку дещо підвищується абсолютна вологість поверхневих шарів деревини, що забезпечує кращий розподіл лакофарбового матеріалу по поверхні елемента. Якщо немає можливості використати барвник на водній основі, то тоді застосовується примусове поверхнєве зволоження фарбованих предметів. Воно здійснюється на вході в фарбувальну камеру з допомогою системи водяних форсунок, що утворюють водяний туман, який безпосередньо перед входом в камеру зволожує поверхнєві шари деревини настільки сильно, щоб ініціювати електростатичний ефект.

На одному з підприємств деревообробної промисловості було вирішено провести випробування цієї технології, основною метою якого було порівняти якість обробки поверхні та виконати економічний аналіз використання ручного електростатичного розпилення порівняно з традиційним безповітряним розпиленням, яке в даний момент використовується на виробництві.

Випробування електростатичного нанесення лаку на водній основі проводили з допомогою установки AQUA COAT фірми WAGNER (рис. 7).



Рис. 7. Пристрій AQUA COAT фірми WAGNER.

Цей пристрій, крім генератора постійного струму, який використовується для створення електростатичного поля, має вбудований поршневий насос, що працює з ручним пістолетом-розпилювачем. Він відносно простий у використанні, оскільки основні елементи управління, крім налаштування тиску лакофарбового матеріалу в поршневому насосі, розташовані зовні та використовуються для налаштування:

- розпилювального тиску повітря;
- тиску фарби в пістолеті;
- тиску лакофарбового матеріалу в насосі;
- інтенсивності електростатичного поля, з можливістю програмування вибраних налаштувань цього поля в залежності від форми фарбованого елемента.

Для проведення випробувань був вибраний набір каркасних меблевих виробів (рис. 8, 9), попередньо вкритих барвником на водній основі.

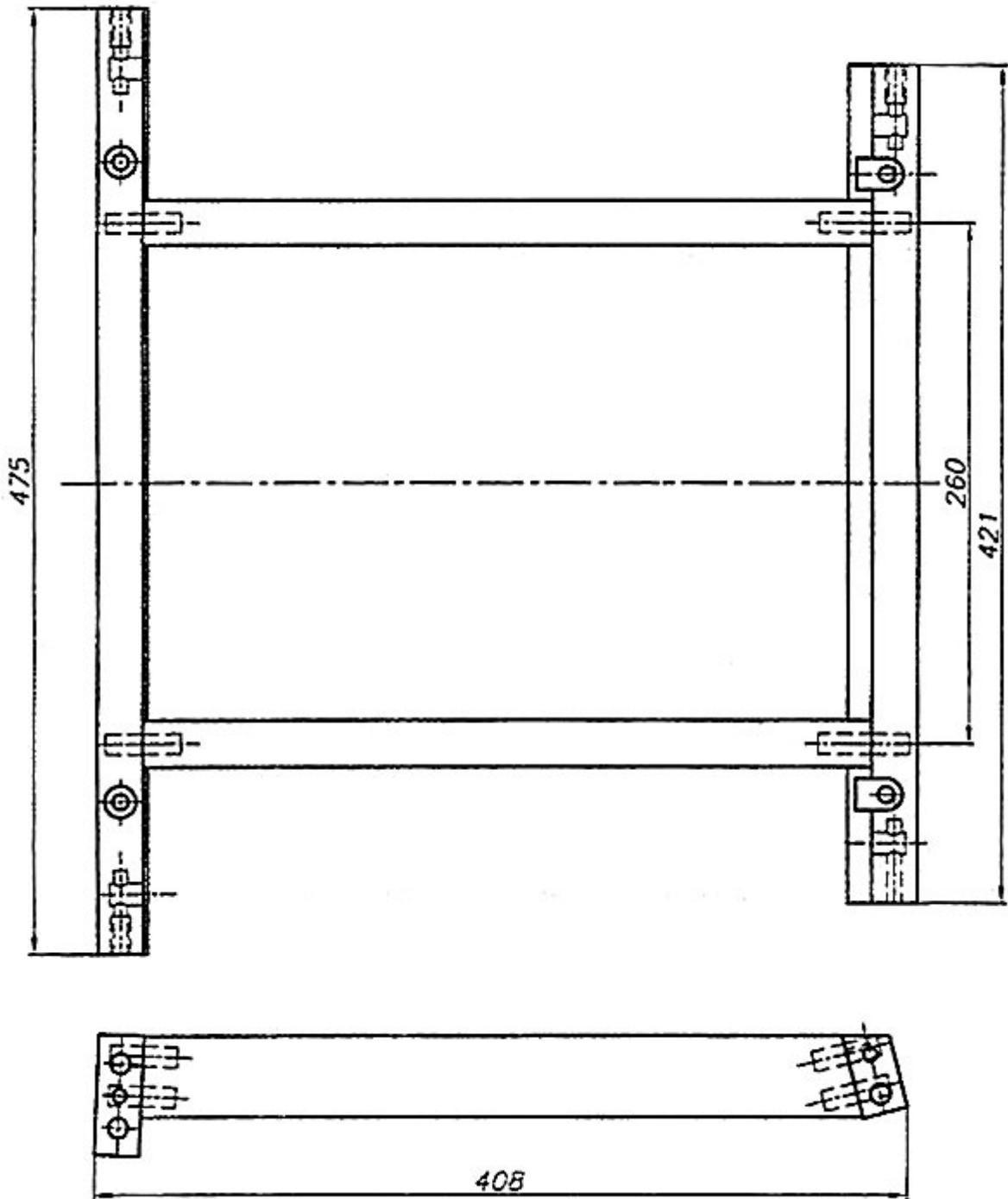


Рис. 8. Креслення виробу, призначеного для фарбувальних випробувань.



Рис. 9. Зібраний дерев'яний каркас.

Однак, щоб уникнути неправильних результатів через надлишок поглинутої води з барвника під час нанесення фінішного лаку, вимірювання ваги компонентів проводилися безпосередньо перед розпиленням лаку як традиційним методом, так і електростатичним. При проведенні цього типу випробувань, якщо це можливо, вимірювання маси виробу після нанесення лаку слід також виконувати у мокрому стані, що, на жаль, значно ускладнює проведення порівняльного дослідження. Вимірювання після висихання лакофарбового покриття, на жаль, може мати помилки через випаровування води з лаку та залишкової води з барвника, який просочує верхні шари елемента, щоб забарвити структуру деревини (вимога замовника), та ініціювати електростатичне явище (технологічна вимога). Сама установка не пред'являє високих вимог до фарбувального поста, достатньо вільної площі близько 1 кв.м. і доступу до стисненого повітря. Єдина проблема, яка може виникнути - доступ до електромережі 240 В, що не так часто зустрічається на фарбувальних дільницях, особливо, якщо там використовуються лакофарбові матеріали на основі розчинників. У випадку нанесення лакофарбових покриттів на водній основі, про що йдеться в даній статті, подача живлення в робочу зону істотно спрощується.

На рис.10 показано пост для традиційного методу розпилення, а на рис. 11 для електростатичного.



Рис. 10. Пост для традиційного розпилення.



Рис. 11. Пост для електростатичного розпилення.

У таблиці представлені зведені результати всіх вимірювань при нанесенні фарби одним із традиційних методів (ручне безповітряне розпилення) і при ручному електростатичному розпиленні.

Метод нанесення	Ручне безповітряне фарбування	Ручне електростатичне фарбування
Фарбована поверхня	0,246917 м2	0,246917 м2
Початкова маса ємності з фарбою	19530 г	16950 г
Кінцева маса ємності з фарбою	13530 г	14110 г
Різниця	6000 г	2840 г
К-сть фарби на 1 елемент	80,00 г брутто	37,87 г брутто
макс.	21,22 г нетто	22,93 г нетто
мін.	19,16 г нетто	19,55 г нетто
середн.	20,16 г нетто	21,03 г нетто
К-сть пофарбованих елементів	75 шт.	75 шт.
К-сть працівників	2 особи	1 особа
Ефективність фарбування	25,2%	55,5%

За результатами тестування можна зробити такі висновки:

- Ефективність (продуктивність) електростатичного фарбування принаймні вдвічі вище, ніж при використанні традиційного ручного розпилення, яке в даний час використовується на підприємстві, де тестувалася установка. У випадку електростатичного методу ефективність нанесення ЛФМ становила в середньому 55,5% по відношенню до загальної кількості матеріалу, використаного для фарбування одного елемента.
- Ефективність нанесення лаку за допомогою традиційного методу розпилення становила близько 25,2%, але в даному випадку процес вимагав залучення двох працівників для отримання такого ж ефекту покриття елемента лаком, який був досягнутий при

електростатичному розпиленні та роботі одного працівника.

- Висока ефективність електростатичного розпилення дозволяє скоротити чисельність персоналу фарбувальної дільниці з двох осіб до однієї, але у випадку внутрішніх кутів елемента більше проявляється ефекту клітки Фарадея (рис. 12), тобто недостатнє покриття кутів і заглиблень (рис. 13). Подібний ефект виникає і при фарбуванні традиційним способом, але він є результатом турбулентності повітря, яке виникає у внутрішніх кутах фарбованих елементів.

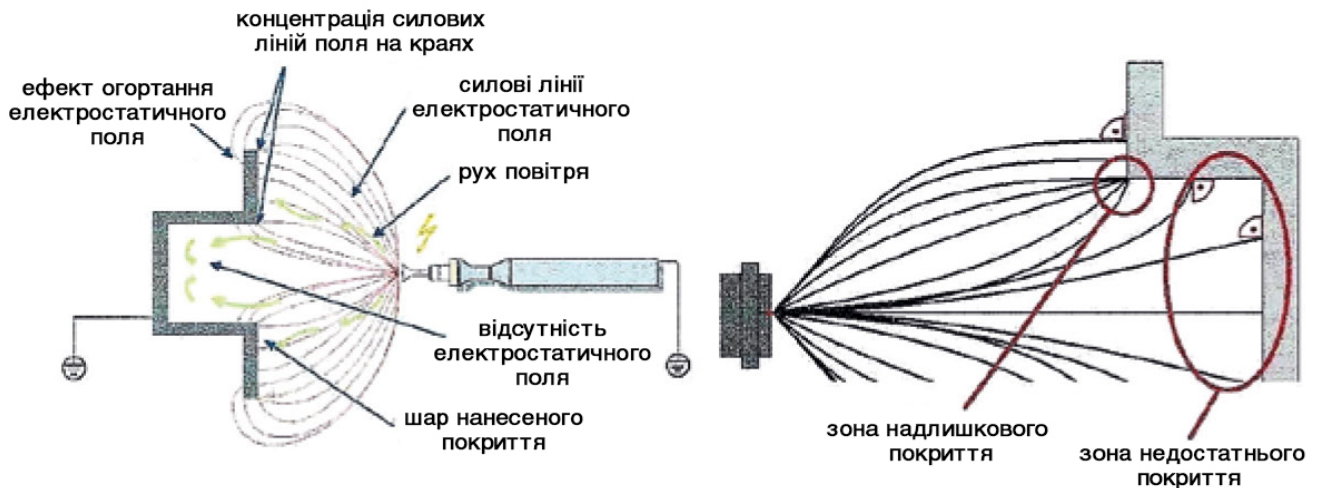


Рис. 12. Ефект клітки Фарадея.



Рис. 13. Недостатнє покриття внутрішніх кутів.

- Через обмежений час випробування не проводилися на елементах, поверхня яких не була попередньо покрита водним барвником для посилення ефекту електростатики. Однак слід очікувати, що ефективність фарбування буде нижчою, ніж у випадку попереднього використання лакофарбових матеріалів на водній основі.

- При фарбуванні в електростатичному середовищі слід суворо дотримуватися пропорції кількості лаку, кількості повітря і величини струму зарядки лаку в залежності від форми фарбованого елемента. Неправильний вибір цих параметрів розпилення призводить до прилипання лаку до розпилювальної головки (рис. 14).



Рис. 14. Забруднена голови розпилювача внаслідок неправильного вибору тиску повітря та параметрів фарби.

- Також було проведено тестове фарбування широких поверхонь (рис. 15), але необхідність залучення у цьому випадку двох працівників ставить під сумнів доцільність електростатичного розпилення, незважаючи на його високу ефективність. Ефект електростатичного огортання, який що є головною перевагою цього методу, помітний на зворотній стороні фарбованого елемента на поверхні шириною приблизно 2 см. Електростатичне фарбування з обох сторін призведе до небажаного накопичення фарби (потовщення покриття) на краях елемента.



Рис. 15. Ефект потовщення покриття на краях елементі з гнутоклеєної фанери.

- Головка електростатичного розпилювача виготовлена з пластику, тому будь-які її пошкодження, що виникли, наприклад, під час миття, значно спотворюють факел розпиленого лаку (рис. 16). Виготовлення із пластику сопла, що формує факел розпилення, безсумнівно передбачене конструкцією пістолета і повинно запобігати електропровідності, але, можливо, варто розглянути інший, більш міцний, непровідний елемент у разі тривалого використання.



Рис. 16. Спотворений факел розпилення.

- Тестована система найкраще працює для каркасних меблевих виробів (рис. 17), де рухи пістолета можна звести до мінімуму, в той же час більш ефективно використання лакофарбових матеріалів складає приблизно 55% в залежності від форми фарбованого предмета та складності конструкції каркаса. Через обмежений час випробувань автори не можуть сказати як тривале використання пістолета-розпилювача впливає на якість з'єднань під'єднаних шлангів (електрика + стиснене повітря + лакофарбові матеріали) .



Рис. 17. Приклад каркасних меблевих елементів.

*Доктор інж. В. Кієн
Доктор інж. М. Осаїда*

Джерело: