

УДК 675.056.2

РОМАНЮК О.О., канд. техн. наук, доцент

Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ, Україна

ГОРБЕНКО А.В., студентка

Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ, Україна

БЕЗПЕЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЄМНОГО СУШИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ У ШКІРЯНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Проаналізовано сушильне обладнання з різною енергоємністю провідних фірм-виробників, призначене для основних видів сушіння шкіряного матеріалу та хутра. Відповідно до «Правил охорони праці для працівників шкіряного виробництва» визначені вимоги до застосування сушарок для забезпечення безпечних умов праці у виробничих приміщеннях.

Ключові слова: сушарка, шкіряний напівфабрикат, витрати теплоти, потужність, нормовані параметри температури та вологості повітря.

Проанализировано сушильное оборудование с различной энергоемкостью ведущих фирм-производителей, предназначенное для основных видов сушки кожевенного материала и меха. Согласно «Правил охраны труда для работников кожевенного производства» определены требования к использованию сушилок для обеспечения безопасных условий работы в производственных помещениях.

Ключевые слова: сушилка, кожевенный полуфабрикат, расходы теплоты, мощность, нормированные параметры температуры и влажности воздуха.

The drying equipment with different energy intensity of the leading manufacturers is analyzed, which is intended for the main types of drying of leather material and fur. In accordance with the "Rules of labor protection for tanners," the requirements for the use of dryers to ensure safe working conditions in the production premises are defined.

Keywords: dryer, semi-finished leather, expenses of heat, power, normalized temperature and humidity parameters.

Якість готової продукції, а отже, її конкурентоспроможність на зовнішніх і внутрішніх ринках визначається споживними властивостями шкіри та хутра, тобто комплексом структурно-механічних і фізико-хімічних властивостей, зміна яких безпосередньо залежить від умов проведення операції сушіння. У технологічних процесах виготовлення шкіри та хутра операція сушіння, у порівнянні з іншими, є найбільш енергоємною, оскільки на неї витрачається значна частина теплоти, що призначена для технологічних потреб. Залежно від виду сушильного обладнання витрати теплоти можуть становити від 335,1 МДж/год (конвективна прохідна тунельна сушарка «LTD» фірми «Cartigliano» (Італія) на 5 модулів) до 1005,4 МДж/год (рамна сушарка «Inchiodamatic» фірми «Polvara» (Італія) типу Maxi grande) [1].

Сушіння умовно поділяють на три види: основне сушіння, підв'ялювання і підсушування. Під час сушіння відбуваються складні фізико-хімічні процеси формування структури шкіри та хутра, які супроводжуються повним розшаруванням жирової емульсії в товщі напівфабрикату, додатковим зв'язуванням дубильних речовин з волокнами дерми, переміщенням незв'язаних дубителів та інших речовин до поверхні напівфабрикату тощо [2].

Сушіння в технологічних процесах виготовлення шкіри та хутра може здійснюватися в сушильних установках із різними способами підведення теплоти, тому з метою дотримання безпечних умов праці для персоналу доцільно проаналізувати обладнання для різних видів сушіння та вимоги «Правил охорони праці для працівників шкіряного виробництва» (Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду, наказ № 136 від 19.06.2007) до його застосування.

У шкіряному виробництві розповсюджені способи сушіння: конвективний, контактний, вакуумний, радіаційний, струмом високої частоти (СВЧ), надвисокої частоти (СНВЧ).

Конвективний спосіб може здійснюватися при сушінні шкіряного напівфабрикату у вільному та фіксованому стані. Основне сушіння у вільному стані проводиться переважно для забезпечення необхідної пластичності та м'якості шкірної тканини більшості видів хутрових шкур, шкір для низу взуття, які мають добре сформовану структуру і двічі піддавалися підв'ялюванню перед розведенням напівфабрикату. У вільному стані здійснюється також пів'ялювання юхти. Для такого сушіння може використовуватися двоярусна сушарка тунельного типу фірми «Poletto», яка призначена для підв'ялювання напівфабрикату шкір для низу взуття, а також для підсушування шкір хромового дублення. У верхній частині сушильної камери розміщені пластинчасті калорифери, відцентрові вентилятори, ланцюговий транспортер, а нижня частина призначена для завішування та переміщення напівфабрикату, який завішується на поперечних рейках (140 штук) вільно у камері. У кінці тунелю транспортер переміщує шкури на другий ярус і після висушування вони повертаються до робітника, який їх знімає. Витрата тепла становить 35,6 МДж/год, потужність електрообладнання – 32 кВт. Прохідні тунельні сушарки «Scirosso» фірми «Polvara» (Італія) і сушарки «LTD» фірми «Cartigliano» (Італія) відзначаються модульною побудовою, тому на прикладі останньої витрати теплоти залежно від кількості модулів може становити 335,1-544,6 МДж/год, а загальна потужність 27-38 кВт [1].

Сушіння у фіксованому стані проводять на рамах із використанням затискачів, або наклеюванням на гладенькі пластини. Таке основне сушіння використовується у виробництві шкір для верху взуття, юхти, а також овчини. Прикладом є сучасні сушарки типу «Tunnel» і «Rotari-RO» для сушіння шкіряного напівфабрикату фірми «Fornì varese». Сушарка «Tunnel» має U-подібну форму з суміщеними зонами завантаження та вивантаження, забезпечена системами контролю і регулювання температури та вологості повітря і може працювати в автоматичному режимі. Напівфабрикат фіксується затискачами на поперечних рейках і переміщується горизонтально замкнутим транспортером у безперервному режимі, встановлена потужність залежно від кількості модулів становить 10,5-27,0 кВт. Сушарка «Rotari-RO» виконана у вигляді

восьмигранної камери, всередині якої встановлено вертикальний вал із приводом. У верхній частині валу закріплені радіально розміщені рейки із затискачами. Завантаження і вивантаження напівфабрикату проводиться через спеціальні двері. Сушарка забезпечена системою автоматичного контролю та регулювання температури і працює в циклічному режимі, встановлена потужність 9 кВт [1].

Для сушіння напівфабрикату у фіксованому стані можуть застосовуватися сушарки «Practic», «Rolling», «Kvik» фірми «Forni varese», «Inchiodamatic» фірми «Polvara» (Італія), рамні сушарки камерного типу фірми «Svit» (Чехія), «Finclip» фірми «Finvac» (Фінляндія), МСЦ-ЮК (Росія) та ін. Наведені сушарки мають свої особливості, так сушарка «Practic» камерного типу з різною кількістю та різними за розмірами рамами, а сушарка «Practic-Sp» оснащена механізованими розсувними рамами. Сушарки «Rolling» та «Rolling-Sp» – це сушарки тунельного типу з механізованим переміщенням рам аналогічні за конструкцією до кільцевої сушарки КС3-100, при цьому сушарка «Rolling-Sp» оснащена розсувними автоматизованими рамами, витрати теплоти залежно від моделі вказаних сушарок становить 418,9-628,4 МДж/год, а встановлена потужність 5-7 кВт. Особливістю сушарки «Kvik» є відсутність традиційних рам, на яких відбувається розтягування та закріплення напівфабрикату. Замість рам у сушарці застосовано горизонтальний стрічковий транспортер, який складається з перфорованих пластин невеликого розміру. Конструкція транспортера дозволяє поперечне переміщення пластин на задану величину та розтягування напівфабрикату. Залежно від типу сушарки «Kvik» мають встановлену потужність 8,5-21 кВт [1]. Сушарка «Inchiodamatic» складається з двох зон: зони обслуговування, де здійснюється розтягування, закріплення вологих та знімання висушеного напівфабрикату, та зони висушування. У зоні обслуговування рами знаходяться у горизонтальному положенні, у зоні висушування – у вертикальному. У різних моделей сушарки «Inchiodamatic» витрати теплоти становлять 335,1-1005,4 МДж/год, потужність приводу – 9,2-10,7 кВт [1].

Суттєвим недоліком конвективного способу є його слабкий вплив на масообмін, що зумовлено малою інтенсивністю конвективного теплообміну і різною направленістю потоку тепла, що підводиться, (від поверхні до внутрішніх шарів матеріалу) по відношенню до потоку вологи (або розчинів), що видаляється (із внутрішніх шарів до поверхні) [3]. Крім того, недоліками є: необхідність великої виробничої площі через значну тривалість процесу, порівняно великі витрати теплоти та електроенергії, велика трудомісткість та несприятливі санітарно-гігієнічні умови праці [2].

Для основного сушіння одним із перспективних є використання конвективного способу у поєднанні з радіаційним. Радіаційний (інфрачервоний) спосіб нагрівання базується на підведенні енергії до матеріалу за допомогою електромагнітних коливань інфрачервоного діапазону спектру та дозволяє передавати високо-інтенсивні потоки теплоти як в атмосферних, так і у вакуумних установках без втрат. У шкіряному виробництві радіаційне сушіння найчастіше застосовується для підсушування покривної плівки, нанесеної валковим способом на поверхню напівфабрикату при оздоблюванні. Транспортером напівфабрикат подається від вихідного столу валкової покривної машини до сушарки, таким чином, створюється потокова лінія і норма

виробітку сушарки встановлюється відповідно до норми виробітку валкової машини. Прикладом такої установки є радіаційної сушарка «Cartigliano» із нормою виробітку до 3500 штук за зміну, з максимальною потужністю залежно від моделі 60-100 кВт [1].

Недоліком цього методу є складність створення рівномірного опромінення і залежність нагрівання виробів від їх кольору і стану поверхні [3].

Контактний спосіб, зазвичай, застосовують при високих температурах нагрівальної поверхні (80-180 °C), при цьому в загальному перенесенні вологи важливими є термо- і бародифузійні явища [3], а вирішальним фактором, який впливає на швидкість сушіння є перепад температур між нагрівальною поверхнею і матеріалом, а також товщина матеріалу [4].

Контактний спосіб сушіння простий у реалізації та економічний у споживанні електричної енергії порівняно з іншими, може проводитися при атмосферному або при тиску нижче атмосферного. У виробництві шкір хромового методу дублення розповсюджене сушіння контактним способом при тиску нижче атмосферного (вакуумне сушіння або контактно-вакуумне). Перевагами вакуумного сушіння є висока інтенсивність, продуктивність, менша матеріало- і трудомісткість. Принципова конструкція вакуумної сушарки має такі основні вузли і механізми: робочий стіл і вакуумну кришку, вакуумний насос з конденсатором та засобами регулювання тиску в системі, механізм переміщення кришки та стола, систему обігрівання стола та кришки. Для сушіння всіх видів шкір хромового дублення призначені вакуумні сушарки «Tvinvac» і «Polivac» (Франція), «Finvac-1» і «Finvac-2» (Фінляндія), «Incoma» (Італія), СХКВ-4 і СВГ-ЗХК (Росія) [1]. Із наведених сушарок найменша продуктивність 150 штук за годину (використовується 2 столи) і найменша потужність приводу 6 кВт у «Polivac» (Франція), а найбільша продуктивність 400 шт. за годину (використовується 4 столи) і потужність приводу 27,3 кВт у СХКВ-4 (Росія). Особливістю прохідної контактно-вакуумної сушарки «Dinaterm 2000» є спеціальна конвеєрна стрічка, на якій шкіри послідовно проходять в автоматичному режимі обробку на окремих робочих місцях [1].

Режим вакуумного сушіння визначається трьома показниками: температурою нагрітої поверхні, щільністю притискання до нагрітої поверхні та глибиною вакууму. Для економії енергоресурсів авторами [5] пропонується застосовувати модифіковані вакуумні сушарки, в яких процес сушіння здійснюється при низьких температурах.

Способи нагрівання шкіряних матеріалів струмами високої частоти (СВЧ) і струмами надвисокої частоти (СНВЧ) базуються на передачі теплоти матеріалам за рахунок енергії електромагнітного змінного поля. Важливою особливістю СВЧ є селективна дія. Такий механізм сушіння гарантує рівномірність процесу і запобігає пересушенню поверхні матеріалу, а отже, виникненню внутрішніх напружень і коробленню матеріалу [6]. При використанні сушіння СВЧ як основного способу сушіння отримують шкіри, які за своїми фізико-механічними властивостями та виходом за площею подібні до шкір конвективного сушіння. Сушарки СВЧ як і радіаційні сушарки застосовуються переважно для швидкого висушування покриття, нанесеного валковим способом на поверхню напівфабрикату при оздоблюванні. Прикладом СВЧ сушарки є «Dose MT» із нормою виробітку 3500 штук за зміну, дві моделі сушарки

мають потужність 20 і 40 кВт, при цьому їх СВЧ потужність 12,8 і 25 кВт, відповідно [1].

Недоліками високочастотного способу є складність досягнення потрібної швидкості нагрівання і рівномірного розподілу в матеріалі температури, складність обладнання і обслуговування, необхідність дотримуватися правил техніки безпеки при експлуатації установок, що працюють під високою напругою, і більш висока собівартість сушіння порівняно із вартістю сушіння іншими способами через значні витрати електроенергії [3].

Інтенсифікованими способами сушіння є комбіновані: радіаційно-конвективний, контактний-конвективний, вакуумно-радіаційний. Прикладом комбінованого способу сушіння є радіаційно-фільтрувальна сушарка барабанного типу призначена для сушіння шкір [7]. Із метою інтенсифікації процесу сушіння в установці передбачений радіаційний обігрів вологого матеріалу одночасно з вакуумним відкачуванням водяних парів із внутрішнього боку барабану. Таким чином, реалізовані переваги фільтраційного сушіння, при якому в процесі задіяна внутрішня сторона матеріалу.

Для конвективного (у вільному та у фіксованому стані матеріалу) та контактного (вакуумно-контактний) способів сушіння шкіряного напівфабрикату та хутра відповідно до «Правил охорони праці для працівників шкіряного виробництва» передбачено:

- для ланцюгових прохідних та жердяних сушарок
- управління сушарками здійснюється з пульта управління;
- переміщення жердин для навішування напівфабрикату здійснюється транспортерними ланцюгами, швидкість яких регулюється варіатором;
- перед початком роботи необхідно перевірити роботу сушарки на холостому ходу, щоб переконатися у справності ланцюгового транспортера, штовхачів, пускових пристроїв і жердин;
- при запуску сушарки необхідно дотримуватися черговості включення автоматики (за технічною документацією);
- напрямні ланцюги транспортера повинні бути міцними і мати ребра для виключення сповзання з них ланцюгів;
- для рамних сушарок
- необхідна умова безпечної роботи сушарки – наявність двох рам, які знаходяться поза сушаркою. Одна в робочому положенні, друга – в положенні очікування між позицією набивки і вихідною стрілкою транспортера;
- набивка шкур здійснюється тільки при одній рамі поза сушаркою;
- при повороті рам на 90° та 180° працівники повинні знаходитися в безпечній зоні від удару рами;
- ролики висувних рам повинні легко обертатися при русі рам по направляючих. Каркас рам повинен бути гладким, міцним, мати запірні пристрої, які не допускають самовільного перевертання рам. Рами для натягування повинні бути гладкими, без задирок;
- затискачі для натягування шкур на рами повинні зберігатися в спеціальних ящиках біля робочого столу;

- отвори і щілини рамних сушарок після висунення рам повинні бути закриті щитками або дверцятами з теплоізоляційного матеріалу, які виключають потрапляння теплого повітря в приміщення цеху;
- при регулюванні сушарки перед початком роботи необхідно дотримуватися чіткого розмежування обов'язків ремонтного і технологічного персоналу;
- для вакуумних сушарок
- доступ до пульта управління сушарки повинен бути вільним;
- інвентар, піддони, пристосування не повинні торкатися гідравлічної платформи і не повинні стояти на шляху руху;
- гідравлічна платформа повинна бути огорожена перилами;
- перед початком робіт необхідно перевірити роботу вакуумної сушарки на холостому ходу, щоб переконатися у справності запобіжних планок;
- робота вакуумних сушарок повинна обов'язково здійснюватися як в автоматичному, так і в ручному режимі.

Таким чином, розглянуте сушильне обладнання різної потужності провідних фірм-виробників відповідає наведеному переліку вимог за своїми конструктивними особливостями, засобами управління, наявністю систем автоматичного режиму роботи та контролю (регулювання) температур. Перелік «Правил охорони праці для працівників шкіряного виробництва» не передбачає вимоги до сушарок радіаційних, СВЧ, комбінованих, які менш поширені, однак є вимоги, дотримання яких обов'язкове. Так, відповідно до «Правил охорони праці для працівників шкіряного виробництва» до всіх наведених типів сушарок може бути застосований п.5.1.57, згідно з яким обладнання зі значним теплоутворенням повинно забезпечуватися пристроями, які обмежують виділення конвективного і променевого тепла в робоче приміщення (герметизація, теплоізоляція, екранування, відведення тепла тощо). При цьому поверхня ізоляції не повинна перевищувати 43 °С згідно з ДСТУ EN563-2001. Виконання зазначених вимог, а також оснащення робочих місць місцевою вентиляцією, приміщень – вентиляційними пристроями дозволить дотримуватися нормованих параметрів температури та вологості повітря у приміщеннях, тобто підтримувати безпечні допустимі умови праці персоналу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Долгіх В. О. Устаткування шкіро- та хутропереробних підприємств: конспект лекцій для студентів спеціальності «Технологія обробки шкіри та хутра» / Долгіх В. О., Охмат О. А. – К.: КНУТД, 2007. – 200 с.
2. Касьян Е. Є. Основи технології шкіри та хутра : навч. посіб. / Е. Є. Касьян. – К. : КДУТД, 2001. – 252 с.
3. Адигезалов Л. И.-О. Увлажнение, сушка и влажно-тепловая обработка в обувном производстве / Л. И.-О. Адигезалов. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 136 с.
4. Лыков А. В. Теория сушки / А. В. Лыков. – М. : Энергия, 1968. – 472 с.
5. Evaluation of the Energy Savings when using Vacuum Dryers with Total Thermal Energy Recovery in Tanneries / J. Morera, E. Bartoli, L. Cabeza and M. Medrano // J. Amer. Leather Chem. Assoc. – 2008. – V. 103. – P. 412–415.

6. Зыбин Ю. П. Технология изделий из кожи / Ю. П. Зыбин – М. : Легкая индустрия, 1975. – 464 с.

7. Светлов Ю. В., Старосвитский О. И., Захарова А. А., Вишневская Т. О. Комбинированная радиационно-фильтрационная сушилка барабанного типа // Кожевенно-обувная промышленность. – 2002. – № 4 – С. 43–44.