

## **ВПЛИВ СПОСОБУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ШПАЛЕРОДРУКАРСЬКИХ МАШИН НА ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ШПАЛЕРНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Виробництво шпалер відноситься до енерговитратних видів виробництв. Домінуюче місце в енерговитратах шпалерних підприємств займають процеси сушки шпалерного полотна з нанесеною на поверхню композицією. У процесі роботи необхідна постійна підтримка температури сушильного агента – повітря в діапазоні, передбаченого технологічним регламентом виробництва.

Сьогоднішній стан галузі характерний тим, що на більшості підприємств виробничі й енергетичні потужності морально застаріли і фізично зношені, а закупівля сучасної техніки вимагає великих капітальних вкладень, які підприємства не в змозі здійснити. Але, не дивлячись на застосування явно несучасного устаткування, виробництво шпалер в області дизайну і технологій намагається дотримуватися європейських тенденцій розвитку шпалерного ринку. Альтернативою повній заміні виробничих потужностей є модернізація застарілого шпалеро-друкарського устаткування і адаптація його до сучасних вимог технологічного циклу випуску шпалер. При реалізації цього напрямку розвитку підприємствам буває складно вірно вибрати напрямок модернізації устаткування в області енергозабезпечення, оскільки це найчастіше вимагає перегляду сталих уявлень про можливості та доцільність застосування тих або інших способів нагрівання сушильного агента для процесів сушки шпалерного полотна.

Зараз традиційно використовуються системи нагрівання сушильного агента за допомогою проміжного теплоносія – насиченої водяної пари, одержаної у виробнично-опалювальних теплогенеруючих установках (котельних). Приклад застосування проміжного теплоносія на підприємстві подано на рис. 1.

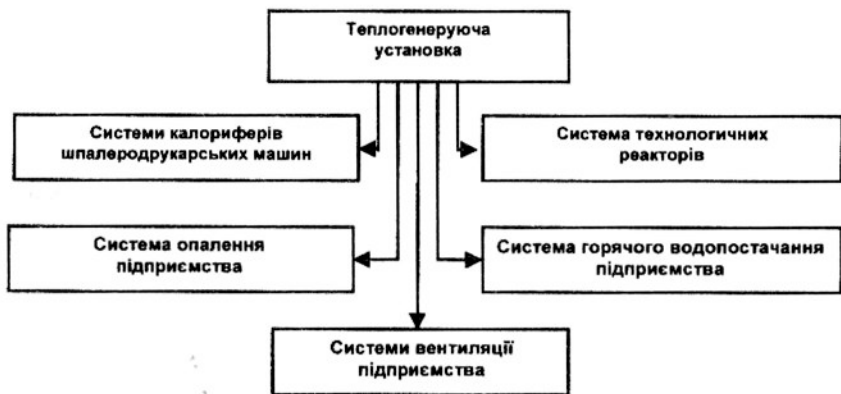


Рис. 1. Застосування водяної пари, як проміжного теплоносія

Теплоносієм при централізованому тепlopостачанні може виступати не тільки водяна пара, а й високотемпературні органічні теплоносії (термомасло), вода. Відповідно змінюється і устаткування котельні – використовуються або парові, або водогрійні, або термомасляні котли, а також і допоміжне устаткування, причому по номенклатурі найбільша кількість допоміжного устаткування використовується в паровій котельні.

Однак можливі й інші принципи тепlopостачання шпалеродрукарських машин (ШДМ), наприклад, методи з децентралізованим тепlopостачанням:

- з використанням електроенергії для одержання тепла в кожному елементі ШДМ, що споживає тепло;
- з використанням теплоти згорання природного газу.

На рис. 2 наведено способи нагрівання сушильного агента, що застосовуються в існуючих ШДМ.

Визначальними факторами при виборі способу нагрівання сушильного агента в ШДМ є:

- технологічні вимоги до температури сушильного агента;
- конструктивні особливості ШДМ;
- температурні параметри теплогенеруючих установок і можливості теплових або електричних комунікацій;
- вимоги нормативних документів до виробничих приміщень, у яких розміщено різного типу устаткування;
- екологічні особливості устаткування;
- економічні аспекти.



Рис. 2. Способи нагрівання сушильного агента

Вважається, що температура  $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$  є верхню температурною межею для сушильного агента в ШДМ, оскільки нагрівання сушильного агента вище температури  $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$  приводить до деструкції барвистих і рельєфообразующих покриттів шпалерного полотна, а також негативно впливає на міцнісні й технологічні властивості самого шпалерного полотна, як основи.

Спираючись на вищевикладені фактори й особливості кожного зі способів нагрівання, проаналізуємо доцільність та ефективність їхнього застосування.

Застосування електроенергії є, на перший погляд, одним з найбільш ефективних способів нагрівання сушильного агента. За допомогою трубчастих електронагрівачей (ТЭНів) можна легко нагрівати сушильний агент від  $+20$  до  $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$ , займаючи компактні простори. Також нагрівання сушильного агента може здійснюватися за допомогою інфрачервоних нагрівальних елементів. Інфрачервоні нагрівальні елементи сприяють швидкому нагріванню поверхні шпалерного полотна з нанесеною композицією за рахунок променистої енергії. Це дає можливість знизити витрату сушильного агента через порожнину сушильної камери. Регулювання потужності нагрівання – від 0 до 100% і температури сушильного агента від  $+20$  до  $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Установки із застосуванням цього способу нагрівання характеризуються компактністю і можливістю варіативного налагоджування під конкретні умови технологічного процесу. При аварійних остановах ШДМ має місце автоматичне відключення електронагрівачаючих приладів.

Але, крім наявних переваг, застосування електроенергії для нагрівання сушильного агента має і свої недоліки. Серед яких основними є:

- висока вартість електроенергії;
- обмеження потужності, обумовлене можливостями зовнішніх мереж;
- підвищені вимоги до електроізоляції конструктивних елементів ШДМ.

Другим зі децентралізованих способів децентралізованого теплопостачання є спосіб нагрівання сушильного агента за допомогою спалювання природного газу в тракці камери-сушки або повітропроводах циркуляції сушильного агента. Безпосереднє спалювання палива в середовищі сушильного агента характеризується максимальним коефіцієнтом використання палива.

При спалюванні природного газу можна досягати температур сушильного агента до +250 °С без будь-яких технічних складностей.

Застосування природного газу дає можливість гнучкого регулювання температури сушильного агента, а отже і теплової потужності установки. Регулювати потужність пальника можливо від 10 до 100%. При обривах шпалерного полотна та непланових остановах ШДМ відбувається автоматичне відключення пальника для запобігання перегріву шпалерного полотна.

Недоліком газового нагрівання можуть вважатися підвищені вимоги до виробничих приміщень, а також ускладнення з очисткою відпрацьованого повітря від забруднень.

Для методів централізованого теплопостачання ШДМ характерним є використання проміжних теплоносіїв для нагрівання сушильного агента.

Водяної пар є універсальним теплоносієм з погляду теплофізичних властивостей, тому широко використовується для нагрівання сушильного агента. Джерелами пари є парові котли, розташовані в центральній котельні, або технологічні парогенератори, які можуть бути розташовані поблизу технологічних споживачів. Як правило, парове постачання калориферів нагрівання сушильного агента застосовується у випадку, коли всі теплові споживачі системи технологічного теплопостачання та господарсько-побутових потреб (опалення, вентиляції та гарячого теплопостачання) запроектовані, як парові, тобто парове теплопостачання складає тепловий цикл підприємства.

Переваги водяної пари як теплоносія:

- високі теплофізичні параметри;

– можливість регулювання потужності нагрівання сушильного агента від 0 до 100%;

– компактні розміри використовуваних для нагрівання сушильного агента калориферів;

– пожежна безпека;

– можливість досягнення +250 °С температури сушильного агента.

Недоліки теплоносія:

– проліт пари, що не сконденсувалася;

– наявність гідро ударів у системі;

– підвищена швидкість корозії магістралей, арматури і регулюючих органів;

– необхідність підтримки в системі високого тиску;

– великі витрати тепла на внутрішні потреби котельні, що призводить до значних витрат палива;

– необхідність у системі хімічної підготовки води.

Термомасляний теплоносій є альтернативою водяній парі в системах технологічного тепlopостачання. Термомасло буває органічного й синтетичного походження. Термомасло дає можливість досягати високих значень температури сушильного агента при низьких тисках теплоносія в системі. Тиск у системі визначається лише величиною гідравлічного опору системи.

Переваги термомасла як теплоносія:

– високі теплофізичні параметри;

– можливість регулювання потужності нагрівання сушильного агента від 0 до 100%;

– компактні розміри використовуваних для нагрівання сушильного агента калориферів;

– досягнення високих температур сушильного агента до 4000 °С при невеликих тисках у масляній системі;

– відсутність гідро ударів;

– відсутність корозійних процесів у контурі теплоносія;

– відсутність системи хімічної підготовки води.

Недоліки теплоносія:

– горючість теплоносія;

– небажаність контакту з повітрям та іншими рідинами.

Вода як теплоносій для нагрівання сушильного агента має обмежене застосування. Вона може застосовуватися у випадках відсутності у підприємства власної котельні і приєднання до централізованих водяних систем тепlopостачання, у яких максимальна температура теплоносія +150 °С. При температурі теплоносія 150 °С необхідно підтриму-

вати тиск у системі більше 8 бар. Як правило, при цьому температура сушильного агента після нагрівання не перевищує +100 °С. Сушильний агент із такою температурою може застосовуватися лише для сушіння композицій на основі водно-спиртових фарб.

Комбіновані способи нагрівання сушильного агента не є традиційними для ШДМ. Це обумовлено тим, що кожна ШДМ виготовляється під певні технологічні параметри: швидкість шпалерного полотна, температуру і швидкість сушильного агента. Комбінування способів нагрівання може бути викликано необхідністю підвищення температури сушильного агента в тих випадках, коли центральне джерело тепlopостачання не забезпечує необхідної температури теплоносія. Так, щоб перейти з випуску шпалер, у яких основою композиції є водно-спиртовий розчин, на випуск шпалер з полімерним покриттям необхідно збільшити температуру сушильного агента не менш, ніж на 50–80<sup>0</sup>С. Тому зустрічаються такі комбінації способів нагрівання сушильного агента:

- вода – електроенергія;
- водяна пара – електроенергія.

Остання комбінація, як правило, має місце при великому фізичному зношуванні котельного обладнання.

Коли проблема вибору способу тепlopостачання постає на етапі проектування нового виробництва, то вона вирішується найчастіше відомими економічними методами – аналізується величина капітальних вкладень, наведені витрати, строк окупності та за результатами аналізу приймається рішення. Якщо мова йде про реконструкцію або модернізацію діючого виробництва, то винятково економічними методами найчастіше проблему вирішити неможливо, оскільки в силу вступають інші фактори, які найчастіше складно описати економічними критеріями.

Так, наприклад, будь-яке підприємство крім технологічного тепlopостачання має і господарсько побутових споживачів: системи опалення, вентиляції й гарячого водопостачання. Тому при розгляді проблем модернізації системи технологічного тепlopостачання необхідно враховувати бажаність комплексного рішення проблем тепlopостачання всього підприємства.

Газифікація виробничих приміщень може виявитися під сумнівом через невідповідність цього приміщення вимогам діючих нормативних документів у сфері безпеки праці й пожежної безпеки. До того ж наявність декількох нових джерел викиду в атмосферу продуктів згорання в суміші із продуктами сушки і газовиділень об'ємоутворюючих покрит-

тів може привести до перевищення гранично припустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі в районі розташування підприємства.

Бажання організувати комбіноване теплопостачання ШДМ може виявитися нездійсненним через відсутність необхідних потужностей у зовнішніх електромережах.

У таких випадках, коли в аналізі беруть участь різноманітні фактори, які неможливо оцінити в однакових одиницях виміру, можна скористатися кваліметричними методами [1]. На первісному етапі можна скласти перелік факторів, які будуть загальними для всіх діючих підприємств будь-якої галузі.

I. Можливість комплексних рішень, що враховують необхідність комплексного теплопостачання всього підприємства.

II. Вартість потенційних енергоносіїв.

III. Можливість підтримки необхідних температурних режимів.

IV. Вартість капітальних вкладень.

V. Відповідність зовнішніх інженерних мереж потребам реконструкції.

VI. Відповідність існуючих виробничих приміщень вимогам нормативних документів у випадку реконструкції теплопостачання.

VII. Можливість появи або збільшення екологічних проблем.

VIII. Надійність устаткування, пропонованого для реконструкції.

IX. Ремонтпридатність устаткування.

X. Можливий діапазон регулювання та обсяг автоматизації процесів.

XI. Питомі витрати і строк окупності.

Список не претендує на всеосяжну повноту. У кожному конкретному випадку можуть додаватися будь-які ще специфічні фактори, що при розробці загального підходу до рішення проблеми врахувати просто неможливо, наприклад, умови одержання кредиту на реконструкцію або зношеність експлуатаційного устаткування. Для прикладу ми вибрали одинадцять параметрів. Для грубої оцінки перспективності того або іншого напрямку реконструкції системи теплопостачання можна скористатися трибальною системою, у якій:

– незадовільно – 1 бал;

– задовільно – 2 бали;

– добре – 3 бали.

Потім сума балів по кожному способу складається і ступінь наближення до максимальної оцінки – 33, є показником оцінки способу. Результати наведені в табл. 1.

Найменування способу	Номер фактора											Сума балів
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
Електроенергія	3	1	3	3	2	3	3	3	3	3	3	30
Спалювання природного газу	2	3	3	2	2	1	1	2	2	3	3	24
Вода	1	2	1	2	2	3	3	2	1	3	3	23
Водяна пара	3	1	3	1	3	3	3	1	1	3	2	23
Термомасло	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2	30
Комбіновані	3	2	3	1	2	3	3	2	2	2	2	25

Аналіз результатів показує, що з погляду на теплопостачання ШДМ найбільш прийнятними методами можуть бути децентралізовані методи і найбільш бажаний є електронагрів, але вартість електроенергії може перекрыслити всі його переваги.

Із централізованих методів найбільш привабливе використання термомасляних систем, які до того ж добре сполучаються й з господарсько побутовим теплопостачанням підприємств.

Представлений підхід дає можливість врахувати розмаїтість різних особливостей діючого підприємства при розробці техніко-економічного обґрунтування та завдання на проектування реконструкції або модернізації систем теплопостачання технологічних апаратів.

Цілком очевидно, що варто йти від комбінованих способів нагрівання сушильного агента. Така ситуація на підприємстві викликана модернізацією технологічного устаткування і спробою при відносно незначних, але постійних матеріальних витратах додержуватися нововведень в області технології виробництва шпалер.

Лідуючі позиції електричного нагрівання сушильного агента нівелюються вартістю електроенергії.

Найбільше енергетично виправданим способом, з погляду технології процесу сушки шпалерного полотна, є спалювання природного газу, але однаково необхідно мати енергетичні потужності для підтримки невиробничих потреб підприємства.

Недолік термомасляних систем полягає в значних капітальних вкладеннях і питомих витратах. Безсумнівною перевагою термомасла є



можливість підтримки високих температур сушильного агента при низькому тиску в маслосистемі.

Вода як теплоносіє може лише застосовуватися для випуску шпалер з барвистим покриттям на основі водно-спиртових розчинів.

При використанні пари, як теплоносія, відбувається інтенсивна корозія магістралей і теплообмінного устаткування. Це вимагає систематичного чищення поверхонь теплообміну для підтримки температурних параметрів сушильного агента. Але основними негативними рисами застосування пари є необхідність продувок котла й обов'язкова підтримка високого тиску в системі.

При проектуванні нового виробництва або реконструкції варто вибирати ШДМ зі спалюванням природного газу для нагрівання сушильного агента, у такий спосіб розділяючи технологічні й господарсько-побутові енергосистеми.

Застосування термомасляних систем виправдано у випадках неможливості газифікації ШДМ або комплексного рішення завдань теплопостачання підприємства.

Використання теплопостачання шпалерного виробництва із застосуванням пари найбільш енергетично витратне.

Вода, як теплоносіє, істотно звужує технологічні можливості в області випуску різноманітних типів шпалер.

Комбінування різних систем нагрівання сушильного агента збільшує кількість експлуатованих одиниць устаткування, що знижує загальну надійність роботи ШДМ як цілісної системи та ускладнює регулювання роботи ШДМ.

## Література

*Андреанов Ю. М., Суббето А. И.* Квалиметрия в приборостроении и машиностроении. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990. – 216 с.