

Jerzy Nofer, S. Poddębniak

MIKROKLIMAT W PRZĘDZALNIACH I TKALNIACH BAWĘŁNY

Z Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi
Dyrektor prof. dr E. Paluch

UWAGI OGÓLNE

Celem niniejszej pracy było zapoznanie się z istniejącymi obecnie w łódzkim przemyśle bawełnianym warunkami meteorologicznymi w pomieszczeniach do pracy. Jak wiadomo, proces produkcyjny w przędzalniach i tkalniach wymaga utrzymywania wilgotności i temperatury powietrza na pewnym, dość wysokim poziomie. W przędzalniach temperatura powietrza nie powinna być niższa niż 21—22° C, przy czym im cieńszą produkuje się przędzę, tym bardziej należy podnosić temperaturę — niekiedy nawet przy b. cienkiej przędzy do 26° c (np. przy przędzy Nr 110-Dearden). Utrzymywanie w przędzalni dostatecznie wysokiej temperatury ma na celu zmiękczenie substancji tłuszczowych zawartych we włóknie bawełnianym, dzięki czemu włókno łatwiej ulega skręceniu i jest bardziej podatne do obróbki.

Jednocześnie w przędzalniach wymagana jest odpowiednia wilgotność powietrza w granicach 55—75% (Dearden) w zależności od rodzaju surowca i jakości produkowanej przędzy. Nić produkowana w powietrzu suchym jest nieelastyczna i szorstka, mało podatna na rozciąganie i łatwo rwie się. Poza tym w toku przędzenia włókna bawełny silnie elektryzują się jednoimiennym ładunkiem elektrostatycznym i odpychają się wzajemnie, co przeszkadza w produkcji. Nawilżanie powietrza zapobiega elektryzowaniu się włókien i znacznie ułatwia pracę.

W tkalniach temperatura powietrza nie ma zasadniczo znaczenia z punktu widzenia technologicznego, natomiast konieczna jest — z przyczyn podobnych jak w przędzalni — jeszcze większa wilgotność powietrza — 75—90%, w zależności od rodzaju surowca i jakości tkaniny (Carozzi).

Podobne wartości zostały podane przez Iwanowski Instytut Ochrony Pracy łącznie z Technologicznym Instytutem Badawczym w Z. S. R. R. na podstawie badań nad wpływem wilgotności i temperatury na przebieg



procesu technologicznego obróbki włókna i na higieniczne warunki pracy (cyt. wg *Aścika*). Wynoszą one:

przy przędzeniu — temp. 25—27° C; wilg. 50—54%;

przy tkaniu — temp. 22—25° C; wilg. 70—75%.

Nieosiąganie tych norm technologicznych powoduje częste rwanie się nici, przerwy w produkcji, co zmniejsza wydajność pracy i zwiększa ilość odpadków.

Jednak wysoka wilgotność powietrza, konieczna ze względów technologicznych, nie pozostaje bez wpływu na jakość warunków klimatycznych w pomieszczeniu do pracy. Może to wywołać zaburzenia w oddawaniu ciepła przez organizm ludzki do otaczającej atmosfery, zwłaszcza gdy wysokiej wilgotności towarzyszy niekorzystne oddziaływanie na ustrój zbyt wysokiej lub zbyt niskiej temperatury w pomieszczeniu. Mechanizm tego łącznego działania cech fizycznych atmosfery na człowieka został szerzej omówiony w jednej z poprzednich naszych publikacji*. Tutaj zaznamyśmy jedynie, że w przemyśle włókienniczym szczególnie często spotykamy się z b. niekorzystnym dla organizmu połączeniem działaniem wysokiej wilgotności z wysoką temperaturą przy b. niewielkich szybkościach ruchu powietrza, co znacznie utrudnia oddawanie ciepła z ustroju, sprzyja przegrzaniu, pogarsza samopoczucie pracownika, przyspiesza wystąpienie zmęczenia, obniża wydajność pracy, zwiększa liczbę wypadków przy pracy oraz powiększa zapadalność na niektóre choroby.

Podane powyżej normy wilgotności powietrza wymagane ze względów technologicznych nie przedstawiają przy umiarkowanej temperaturze i przy umiarkowanym wysiłku fizycznym większego niebezpieczeństwa dla organizmu, gdyż stwarzają dostateczne warunki dla oddawania ciepła. Jednak w pomieszczeniach przędzalni i tkalni, gdzie zwykle pracuje jednocześnie duża liczba maszyn stojących blisko siebie, powietrze nagrzewa się znacznie wyżej ponad temperaturę pożądaną ze względów produkcyjnych (wg naszych danych temperatura hal fabrycznych dochodzi niekiedy do 36° C). Nagrzewanie odbywa się wskutek ciepła wydzielanego przez ludzi, przez pracujące maszyny, lampy, przewody z gorącą wodą lub parą biegnące przez sale, a latem — również od promieniowania słonecznego. W tych warunkach podane wyżej normy wilgotności powietrza stają się zbyt wysokie i utrata ciepła z ustroju ulega ograniczeniu. Sytuację pogarsza jeszcze fakt, że rzadko kiedy spotyka się systemy nawilżania powietrza utrzymujące wilgotność powietrza automatycznie na określonym poziomie. Dość często w przędzalniach i tkalniach stwierdza się wilgotność znacznie przekraczającą minimum niezbędne dla normalnego procesu produkcyjnego (wg naszych danych wilgotność

* J. Nofer: Metodyka oceny mikroklimatu w pomieszczeniach do pracy, Medycyna Pracy, Nr 2, 1952.

powietrza dochodziła niekiedy do 100%). Jest to najczęściej skutkiem niewłaściwych urządzeń do nawilżania powietrza i braku stałej kontroli nad mikroklimatem pomieszczenia do pracy.

W takiej sytuacji w przędzalniach i tkalniach łatwo może powstać klimat zbliżony do tropikalnego, o wysokiej temperaturze i b. dużej wilgotności, a jednocześnie o b. małym ruchu powietrza, co nie jest niezbędne dla prawidłowego biegu produkcji, a niekorzystnie odbija się na pracownikach.

O ile nam wiadomo, nie było w naszym piśmiennictwie powojennym, poza kilkoma publikacjami o charakterze raczej poglądowym, prac nad istniejącymi obecnie w naszym przemyśle włókienniczym warunkami klimatycznymi. Zbadanie tych warunków i ocena ich z higienicznego punktu widzenia była zadaniem naszych badań.

METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w przędzalniach i tkalniach 4 dużych zakładów przemysłu bawełnianego w Łodzi. Przeważnie poszczególne maszyny przędzalnicze i krosna miały napęd elektryczny, każde od własnego motoru. W kilku przypadkach były poruszane za pomocą transmisji przez 1 lub 2 motory elektryczne dla danej sali.

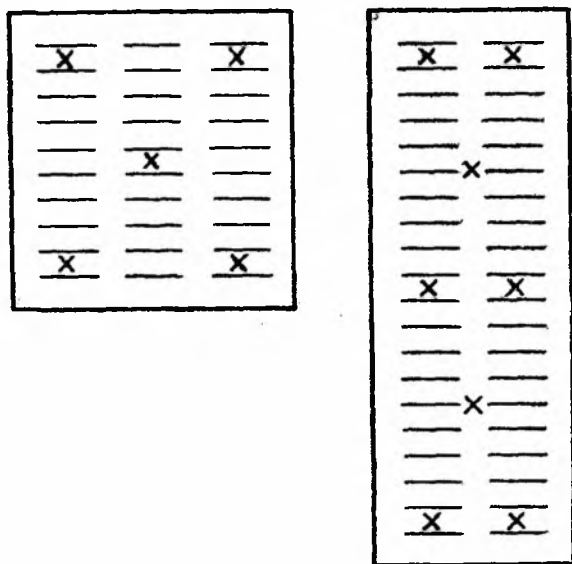
Badane pomieszczenia były na ogół podobne do siebie co do wielkości oraz co do rodzaju, rozstawienia i zagęszczenia maszyn. Specjalnych urządzeń wentylacyjnych, poza aparaturą do nawilżania powietrza, nie było. Nawilżanie powietrza wszędzie odbywało się systemem wodnym polegającym na rozpylaniu wody w powietrzu pomieszczenia za pomocą silnego strumienia powietrza. Z wyjątkiem 1 fabryki (zakład 4) nigdzie nie było urządzeń do jednoczesnego oczyszczania i przyprowadzania powietrza. Urządzenia do nawilżania były przeważnie starego typu, bez aparatury pozwalającej dokładnie regulować stopień wilgotności na sali (również z wyjątkiem zakładu 4, który posiada nowoczesne urządzenie klimatyzacyjne). Regulacja nawilżania odbywała się wszędzie ręcznie — nigdzie nie spotykaliśmy regulacji automatycznej. W niektórych salach były prymitywne urządzenia do określania temperatury i wilgotności powietrza (psychrometry *Augusta*), najczęściej jednak w stanie nie nadającym się do użytku.

Wszystkie zakłady pracowały przez całą dobę na 3 zmiany, z wyjątkiem świąt.

W każdej z badanych sal dokonywano serii pomiarów temperatury, wilgotności i ruchu powietrza za pomocą termometrów, psychrometrów procowych i katatermometrów wg metodyki

opisanej przez nas w poprzedniej pracy*. Pomiarów dokonywano w 5 punktach lub w 8 punktach (w b. dużych, długich halach — ryc. 1.), tak aby uchwycić warunki klimatyczne na całej przestrzeni, na której odbywa się praca.

W każdym punkcie pomiary wykonywano na wysokości ok. 0,2 m, 1,5 m i 2,0 m od podłogi, aby ustalić, jakie są przeciętne różnice w pionowym rozkładzie temperatur, wilgotności i ruchów powietrza.



Ryc. 1. Schemat sal przędzalni i tkalni: — maszyny; X punkty, w których dokonywano pomiarów.

W każdej sali pomiary wykonywano raz dziennie, w godz. 10—12, w ciągu 2—4 dni, w 3 seriach: zimą, na wiosnę i latem. Prócz tego przez cały okres badania klimatu danej sali pozostawiono w niej samopiszące aparaty rejestrujące temperaturę i wilgotność powietrza (termografy i higrografy) umieszczone w różnych punktach sali i na różnych wysokościach. Jednocześnie prowadzono systematyczne codzienne obserwacje nad wahaniami temperatury i wilgotności powietrza w Łodzi.

Aby przekonać się, jaką rolę w całokształcie warunków cieplnych pomieszczeń przędzalni i tkalni odgrywa promieniowanie ciepłe od będących w ruchu nagrzanym maszyn, wykonano kilkakrotnie pomiary promieniowania cieplnego za pomocą termostosu, termometru kulistego Vernona i posrebrzanego katatermometru.

W celu ustalenia, w jaki sposób i w jakim stopniu mikroklimat przędzalni i tkalni wpływa na zdrowie robotników — przeprowadzono jednocześnie badania nad chorobowością w tych zakładach, wydajnością pracy, poziomem Hb itp. Wyniki tych badań będą przedmiotem oddzielnego doniesienia.

* L. c.



OPRACOWANIE UZYSKANYCH DANYCH

W wyniku serii pomiarów otrzymano szereg wartości charakteryzujących temperaturę, wilgotność i ruch powietrza w różnych salach produkcyjnych, w różnych miejscach, na różnych poziomach, w różnych porach dnia i w różnych porach roku. Ponieważ okazało się, że 3 spośród 4 przebadanych zakładów prawie zupełnie nie różniły się między sobą warunkami mikroklimatu, potraktowano je łącznie jako jedną przędzalnię i jedną tkalnię. Czwarty zakład, posiadający stosunkowo najnowocześniejsze urządzenia klimatyzacyjne wyodrębniono w oddzielną grupę.

Dla oceny mikroklimatu brano oddzielnie średnie wartości temperatury, wilgotności i ruchu powietrza, wychodząc z założenia, że lepiej charakteryzują one mikroklimat niż kompleksowe wskaźniki komfortu atmosferycznego, jak siła chłodząca katatermometru (H), temperatura efektywna, ekwiwalentna itp. Jedynie dla porównania z dotychczasowymi danymi z piśmiennictwa w niektórych przypadkach obok poszczególnych wskaźników mikroklimatu obliczono temperaturę efektywną (T. ef.). Choć temperatura efektywna nie uwzględnia wpływu promieniowania ciepłego otoczenia na gospodarkę ciepłą ustroju, wybrano ją jako wskaźnik dlatego, że w badanych przez nas zakładach pracy promieniowanie ciepłe, jak wykazały pomiary, nie wpływało w większej mierze na zespół klimatyczny w pomieszczeniu. Natomiast decydujące w naszych warunkach czynniki, jak temperatura powietrza i jego wilgotność są dostatecznie uwzględniane właśnie w skali temperatur efektywnych.

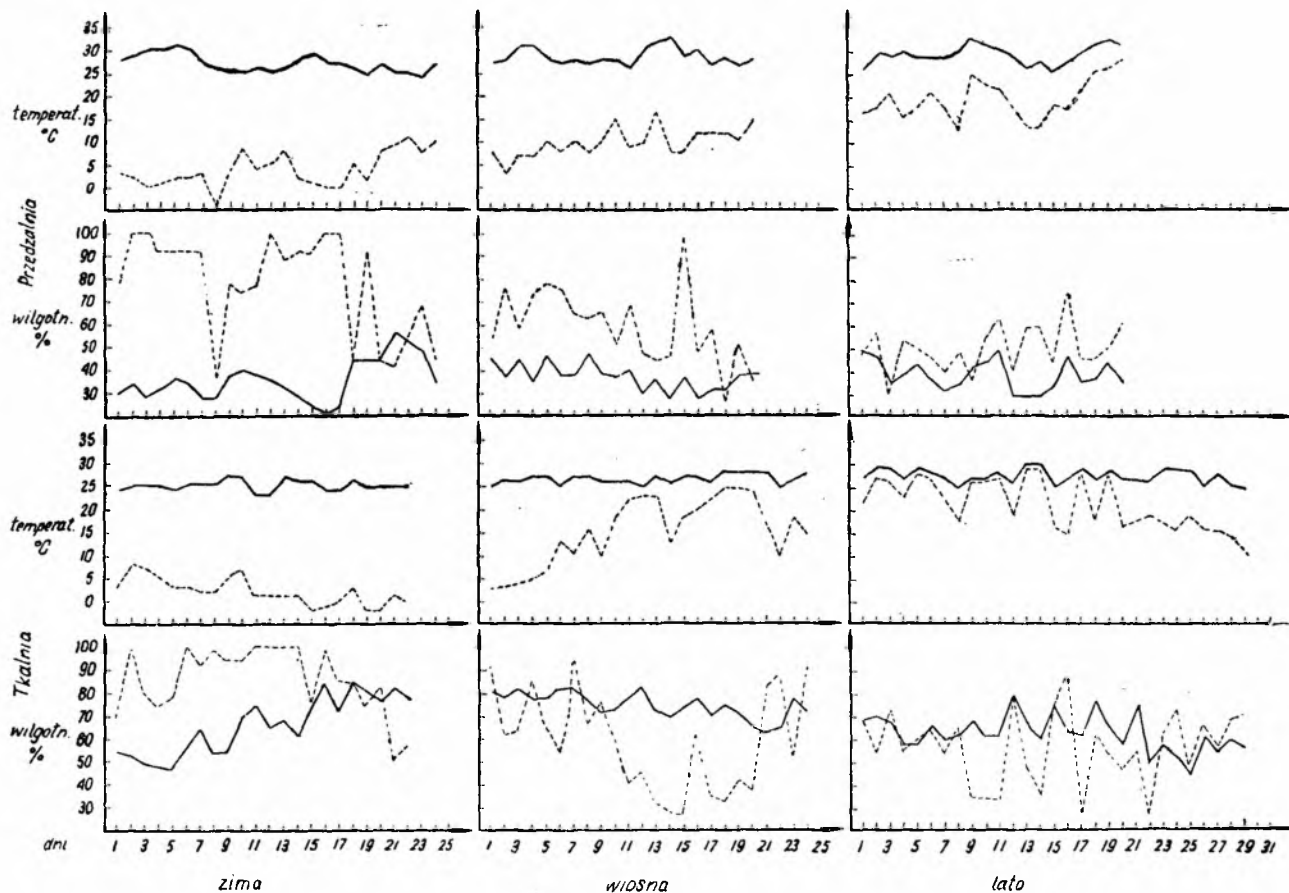
Średnie wartości za cały okres badań w poszczególnych zakładach przedstawia tab. 1.

WYNIKI BADAŃ

Tabela 1. Średnie wartości temperatury, wilgotności i ruchu powietrza oraz temperatur efektywnych w poszczególnych zakładach za cały okres badania.

Zakład	Przędzalnie				Tkalnie			
	temp. (°C)	wilg. (%)	ruch pow. (m/sek.)	temp. ef. (° T. ef.)	temp. (°C)	wilg. (%)	ruch pow. (m/sek.)	temp. ef. (° T. ef.)
1	27,2	39,6	0,13	23,1	—	—	—	—
2	28,2	36,4	0,25	23,3	26,7	65,2	0,11	24,0
3	—	—	—	—	26,6	70,0	0,14	24,5
4	24,7	40,5	0,29	21,5	24,0	77,4	0,20	22,5

Jak wynika z podanego zestawienia (tab. 1), przędzalnie i tkalnie zakładów 1, 2, i 3 mają prawie identyczne warunki klimatyczne w odróżnieniu od zakładu 4, w którym stale stwierdzaliśmy znacznie niższą niż gdzie in-



Ryc. 2. Wahania sezonowe temperatury i wilgotności powietrza w przedziałniach i tkalniach w różnych porach roku — w pomieszczeniu - - - na zewnątrz

dziej temperaturę powietrza, nieco większą szybkość ruchu powietrza oraz nieco wyższą wilgotność. Różnica zespołu klimatycznego w zakładzie 4 i w pozostałych zakładach uwidoczniła się również przy obliczeniu temperatur efektywnych, które w zakładzie 4 są znacznie niższe niż w innych zakładach. Jak już wspomnieliśmy, zakład 4 posiada znacznie lepszą od pozostałych aparaturę do klimatyzacji, dzięki czemu warunki klimatyczne w tej fabryce zbliżają się do tzw. *p a s a k o m f o r t u k l i m a t y c z n e g o*.

Niemal identyczne wskaźniki dla 3 pozostałych zakładów pozwoliły nam połączyć uzyskane w tych fabrykach wyniki i rozpatrywać je jako *j e d n ą „przędzalnię“ i j e d n ą „tkalnię“*, tym bardziej że, jak wykazały nasze badania orientacyjne w kilku innych wielkich zakładach przemysłu bawełnianego w Łodzi, warunki te można uważać za typowe dla łódzkiego przemysłu bawełnianego.

Przebieg temperatury i wilgotności powietrza w przędzalniach i tkalniach w różnych porach roku przedstawia ryc. 2 i tabele 2, 3 i 4*. Jak wynika z nich, temperatury powietrza wahają się w ciągu roku w przędzalniach w granicach $24\text{--}33^{\circ}\text{C}$ (9°), w tkalniach w granicach $23\text{--}30^{\circ}\text{C}$ (7°), przy czym roczne wahania temperatury, zarówno jak i sezonowe, są znacznie mniejsze w tkalniach niż w przędzalniach. Roczne i sezonowe wahania wilgotności powietrza w przędzalniach są mniej więcej tego samego rzędu co w tkalniach i dochodzą do 35% w przędzalniach i do 39% w tkalniach.

Tabela 2. Średnie sezonowe temperatury i wilgotności powietrza w przędzalniach i tkalniach w różnych okresach badania oraz średnie temperatury i wilgotności powietrza zewnętrznego w tych samych okresach (pomiarów dokonywano w godz. 10-12)

Zakład	Pora roku	Średnia temperatura ± śr. błąd		Średnia wilgotność ± śr. błąd	
		wewnętrzna (°C)	zewnętrzna (°C)	wewnętrzna (%)	zewnętrzna (%)
Przędzalnia	zima	$27,0 \pm 0,4$	$3,6 \pm 0,8$	$35,8 \pm 1,8$	$78,0 \pm 4,2$
	wiosna	$28,7 \pm 0,4$	$10,0 \pm 0,7$	$37,5 \pm 1,2$	$61,0 \pm 3,6$
	lato	$29,6 \pm 0,6$	$19,5 \pm 1,3$	$38,6 \pm 1,6$	$51,1 \pm 2,4$
Tkalnia	zima	$25,0 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,6$	$65,4 \pm 2,7$	$85,6 \pm 3,2$
	wiosna	$26,5 \pm 0,2$	$15,3 \pm 0,6$	$75,5 \pm 1,0$	$58,9 \pm 4,4$
	lato	$27,6 \pm 0,3$	$23,4 \pm 0,8$	$63,4 \pm 1,5$	$56,8 \pm 3,0$

* Pomiarów dokonywano w godz. 10—12.

T a b e l a 3. Rozpiętość sezonowych wahań temperatury powietrza w przedziałniach i tkalniach w różnych okresach badania (pomiarów dokonywano w godz. 10 — 12)

Pora roku	Zakres wahań temperatury powietrza					
	Przedziałnia			Tkalia		
	temp. najwyższa (°C)	temp. najniższa (°C)	różnica (°C)	temp. najwyższa (°C)	temp. najniższa (°C)	różnica (°C)
Zima	31	24	7	27	23	4
Wiosna	33	26	7	28	25	3
Lato	33	26	7	30	25	5

T a b l e a o z p i ę t o ś ć s e z o n o w y c h w a h a ń w i l g o t n o ś c i p o w i e t r z a w p r z ę d z a l n i a c h i t k a l n i a c h w r ó ż n y c h o k r e s a c h b a d a n i a (p o m i a r ó w d o k o n y w a n o w g o d z . 1 0 — 1 2)

Pora roku	Zakres wahań wilgotności powietrza					
	Przedziałnia			Tkalia		
	wilg. najwyższa (%)	wilg. najniższa (%)	różnica (%)	wilg. najwyższa (%)	wilg. najniższa (%)	różnica (%)
Zima	56	21	35	85	46	39
Wiosna	46	28	18	83	65	18
Lato	50	30	20	79	46	33

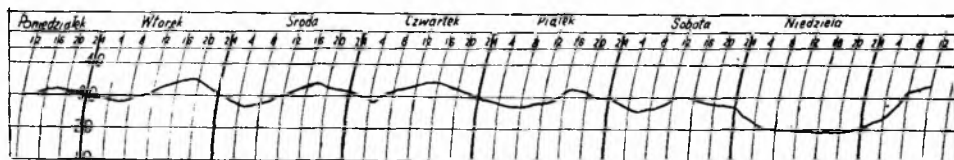
Na ogół tkalnie charakteryzują się niższą średnią temperaturą i wyższą średnią wilgotnością niż przedziałnie (tab. 2) przy czym różnica ta jest statystycznie znamienna.

Stwierdzono również znamienne statystycznie różnice w mikroklimacie badanych zakładów w zależności od pory roku. Obserwuje się wzrost temperatury powietrza zarówno przedziałni, jak i tkalni latem, przy czym, jak tego dowodzi ryc. 2 i tab. 5, temperatura hal fabrycznych latem ulega wahaniom w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego, czego nie stwierdza się zimą. Jest to następstwem nieogrzewania hal fabrycznych latem, a nie, jak można by przypuszczać, wynikiem zwiększonej

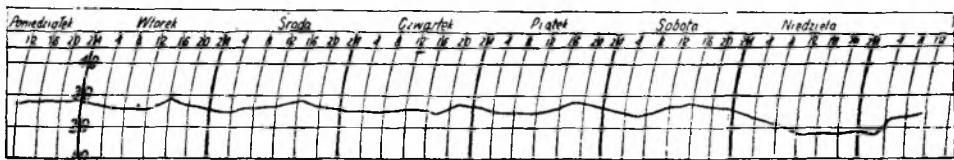
T a b e l a 5. Korelacja między temperaturą zewnętrzną i wewnętrzną w przedziałniach i tkalniach w różnych okresach roku oraz średnie szybkości ruchu powietrza w tych okresach

Zakład	Pora roku	Korelacja między temperaturą wewnętrzną a temperaturą zewnętrzną		Średnie szybkości ruchu powietrza (m/ sek.)
		współczynnik korelacji	uwagi	
Przedziałnia	zima	— 0,37	nieznamien.	0,17
	lato	+ 0,73	znamienny	0,17
Tkalia	zima	+ 0,24	nieznamien.	0,13
	lato	+ 0,77	znamienny	0,12

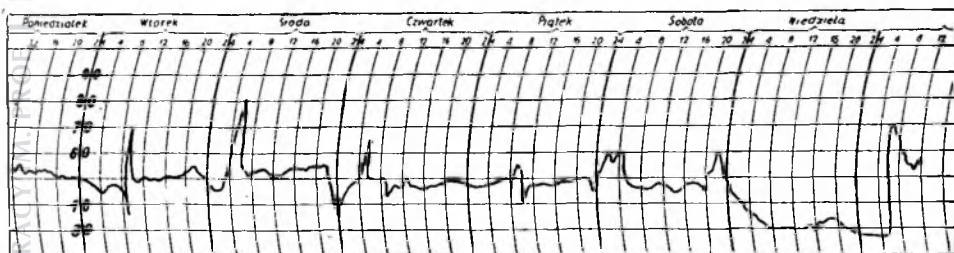




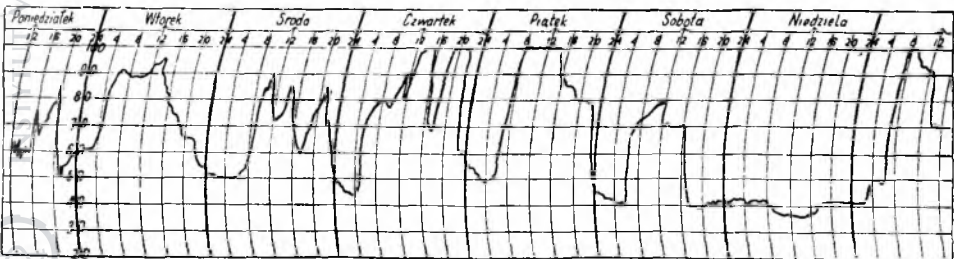
Ryc. 3. Typowy termogram przędzalni



Ryc. 4. Typowy termogram tkalni



Ryc. 5. Typowy higrogram przędzalni



Ryc. 6. Typowy higrogram tkalni

wymiany powietrza w halach fabrycznych na powietrze zewnętrzne poprzez zwiększoną w lecie wentylację, (np. na skutek otwierania okien, drzwi itd.), gdyż nie stwierdza się jednoczesnego zwiększania przeciętnych szybkości ruchu powietrza.

Ryc. 3, 4, 5 i 6 przedstawiają dobowe wahania temperatury i wilgotności powietrza w przędzalniach i tkalniach zdjęte za pomocą tygodniowych termografów i higrografów. Są to typowe dla badanych przędzalni i tkalni krzywe temperatury i wilgotności powietrza wybrane z serii kilkuset zdjęć wykonanych w terenie. Z reguły obserwujemy dość duże wahania dobowe temperatury powietrza dochodzące w przędzalniach do 10°C , a w tkalniach — do 5°C , przy czym najczęściej najwyższą temperaturę stwierdza się w godz. 16—20, najniższą zwykle w godz. 2—6. W przędzalniach niejednokrotnie stwierdzaliśmy temperaturę dochodzącą do 36°C , w tkalniach — do 30°C . Nigdy (poza dniami świątecznymi) nie stwierdzaliśmy temperatury poniżej 21°C .

Wykresy wilgotności w przędzalniach zarówno jak i w tkalniach odznaczają się b. dużymi, nieregularnymi wahaniami dobowymi z tym, że wilgotność jest na ogół wyraźnie niższa w przędzalniach. O ile w tkalniach b. często rejestrowaliśmy wilgotność dochodzącą do 100%, to w przędzalniach nie spotykano wilgotności przekraczającej 81%. Odwrotnie, niejednokrotnie stwierdzaliśmy w przędzalniach w czasie pracy wilgotność nie dochodzącą do 30%.

Zakres w a h a ń temperatury i wilgotności powietrza sal fabrycznych w poszczególnych punktach znajdujących się na j e d n y m p o z i o m i e w czasie jednoczesnego wykonywania pomiarów przedstawia tab. 6.

T a b e l a 6. Różnice temperatur i wilgotności powietrza w różnych punktach sal fabrycznych (ryc. 1) przy jednoczesnym wykonaniu pomiarów

	Przędzalnia		Tkalia	
	temperat. ($^{\circ}\text{C}$)	wilgotność (%)	temperat. ($^{\circ}\text{C}$)	wilgotność (%)
Największa stwierdzona różnica	9,0	33,0	4,0	20,0
Najmniejsza stwierdzona różnica	1,0	3,0	0,0	0,0
Średnia różnica	3,5	10,8	2,1	9,9

Jak wynika z tej tabeli, w tkalniach rozkład temperatur w płaszczyźnie poziomej jest znacznie bardziej równomierny (średnia różnica między



poszczególnymi punktami — $2,1^{\circ}$) niż w przędzalniach (średnia różnica między poszczególnymi punktami — $3,5^{\circ}$), gdzie różnice temperatur w poszczególnych punktach sali dochodzić mogą do 9° . Podobne zjawisko zaobserwowaliśmy również przy wilgotności powietrza. Prawdopodobnie w salach przędzalni mamy większą wymianę powietrza na powietrze zewnętrzne, o czym świadczą również pomiary szybkości ruchu powietrza w przędzalniach, dające nieco wyższe wartości niż w tkalniach (tab. 5).

W płaszczyźnie pionowej, na wysokości 0,2, 1,5 i 2,0 m nad podłogą, a więc w strefie roboczej, nie stwierdziliśmy ani w przędzalniach, ani w tkalniach większych wahań temperatury i wilgotności. Najwyższe różnice temperatur i wilgotności nie przekraczały $0,5^{\circ}$ i 5% , a różnice w szybkości ruchu powietrza nie były większe niż 0,1 m/sek. Wielkości tego rzędu praktycznie nie mają większego znaczenia.

Ruch powietrza w przędzalniach i tkalniach nie wpływa w większej mierze na mikroklimat tych pomieszczeń. Stwierdzone przez nas wartości wahały się najczęściej (80% pomiarów) w granicach 0,1—0,15 m/sek. w tkalniach i 0,1—0,25 m/sek. w przędzalniach. Najniższe, najwyższe i średnie stwierdzone przez nas szybkości ruchu powietrza przedstawia tab. 7.

T a b e l a 7. Najwyższe, najniższe i średnie wartości szybkości ruchu powietrza w przędzalniach i tkalniach w całym okresie badania

	Szybkości ruchu powietrza (m/sek.)	
	przędzalnia	tkalnia
Wartość najwyższa	0,51	0,37
Wartość najniższa	0,01	0,03
Średnio	0,17	0,13

Jak wynika z powyższej tabeli, ani razu nie spotkaliśmy się w salach fabrycznych na przestrzeni objętej naszymi pomiarami, a więc tam, gdzie pracują robotnicy, silniejszych prądów powietrza (przeciagi itp.). Stwierdzone przez nas niewielkie szybkości ruchu powietrza nie mogą mieć większego wpływu na całość zespołu klimatycznego w badanych przez nas pomieszczeniach (ruch pow. 0,5 m/sek. obniża temperaturę efektywną w granicach badanych przez nas temperatur powietrza o ok. 1°).

Podobnie promieniowanie cieplne w badanych przez nas zakładach nie ma większego wpływu na mikroklimat pomieszczeń. Pomia-

rów dokonywaliśmy kilkakrotnie, przy czym szczególną uwagę poświęciliśmy salom, w których każda maszyna posiada oddzielny napęd pod postacią własnego motoru elektrycznego (np. niektóre tkalnie). Ponieważ motory te dość silnie nagrzewają się w czasie pracy, można było przypuszczać, że w tych przypadkach wewnątrz sali będzie w pewnej mierze pod działaniem promieniowania cieplnego. Wyniki pomiarów zestawiono w tab. 8.

T a b e l a 8. Średnie wartości promieniowania cieplnego w przędzalniach i tkalniach

Metoda pomiaru	Wartość promieniowania cieplnego w (kal./cm ² min)		
	w odległości od motoru:		
	0,05 m	0,20 m	0,50 m
Termostos	0,1	0,015	—
Termometr kulisty	—	—	0,003
Katatermometr srebrzony	—	—	0,004

Jak widać z tej tabeli, promieniowanie ciepłe w badanych pomieszczeniach, zwłaszcza na stanowiskach roboczych, jest rzędu 0,003—0,004 kal./cm²/min., co praktycznie nie ma większego wpływu na gospodarkę cieplną ustroju.

Dla porównania ze wskaźnikami komfortu klimatycznego i z niektórymi danymi z piśmiennictwa obliczono wartości średnie i zakres wahań temperatur efektywnych i wskazań termometru wilgotnego w badanych przędzalniach i tkalniach (tab. 9).

T a b e l a 9. Średnie, najwyższe i najniższe wartości temperatur efektywnych i termometru wilgotnego spotykane w przędzalniach i tkalniach zakładów 1, 2, 3.

Zakład	Pora roku	Temperat. efekt. (°T. ef.)			Termometr wilgotny (°C)		
		średnia	naj-wyższa	naj-niższa	średnia	naj-wyższa	naj-niższa
Przędzalnia	zima	22,3			17,0		
	wiosna	23,0	33,5	18,0	19,0	33,0	11,0
	lato	24,8			20,0		
Tkálnia	zima	22,5			20,3		
	wiosna	25,5	30,0	18,0	23,0	30,0	13,0
	lato	26,1			25,0		



W porównaniu z omawianymi zakładami (1, 2 i 3) typowymi dla przemysłu bawełnianego w Łodzi, znacznie korzystniej przedstawiają się warunki klimatyczne w zakładzie 4, zaopatrzonym w nowoczesne urządzenia klimatyzacyjne.

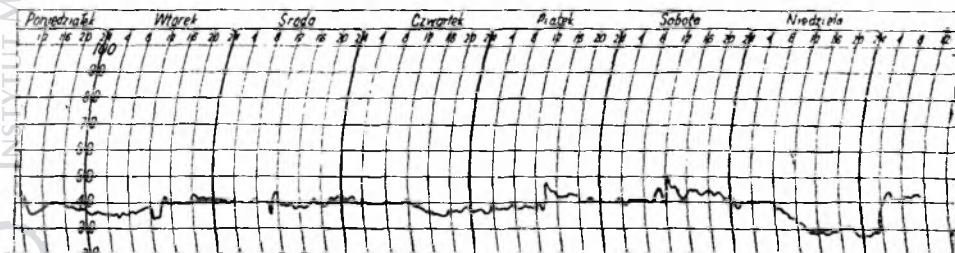
Dla porównania przytoczymy niektóre dane. Ryc. 7, 8, 9, 10, przedstawiają zdjęcia tygodniowe temperatury i wilgotności powietrza w przędzalni i tkalni zakładu 4, a tab. 10 daje charakterystykę temperatur, wilgotności i ruchu powietrza w tym zakładzie.

T a b e l a 10. Wskaźniki warunków klimatycznych w przędzalni i tkalni zakładu 4

Wskaźniki mikroklimatu	Przędzalnia			Tkalnia		
	wartości średnie	wartości naj- wyższe	wartości naj- niższe	wartości średnie	wartości naj- wyższe	wartości naj- niższe
Temperatura (°C)	24,7	28,0	23,0	24,0	26,0	20,0
Wilgotność (%)	40,5	54,0	32,0	77,4	87,0	70,0
Ruch powietrza (m/sek.)	0,29	0,68	0,16	0,20	0,37	0,12
Temperatura efektywna (°T. ef.)	21,5	24,5	18,5	22,5	25,2	18,0

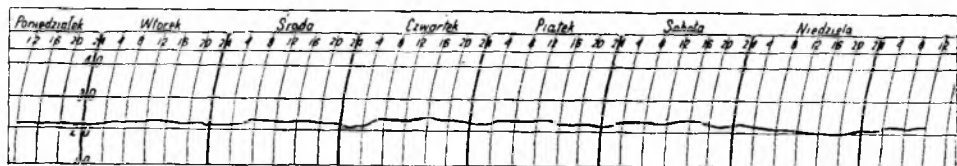


Ryc. 7. Termogram przędzalni zakładu 4

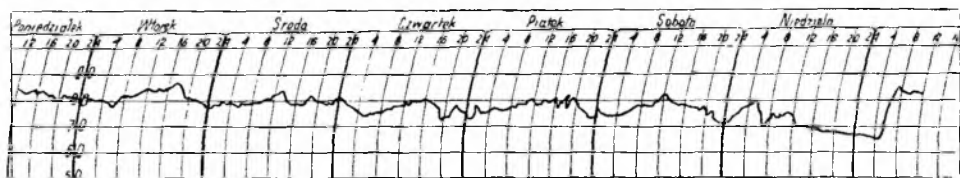


Ryc. 8. Higrogram przędzalni zakładu 4

Z danych tych łatwo można wywnioskować, że mikroklimat w zakładzie 4. znacznie bardziej zbliża się do fizjologicznych norm komfortu klimatycznego, niż w pozostałych zakładach. Z drugiej strony mniejsza rozpiętość wahań dobowych temperatury i wilgotności powietrza w zakładzie 4. (ryc. 7, 8, 9, 10) stwarza warunki o wiele bardziej korzystne dla



Ryc. 9. Termogram tkalni zakładu 4



Ryc. 10. Higrogram tkalni zakładu 4

technologii procesu produkcyjnego w porównaniu z innymi fabrykami. Czynniki te b. wyraźnie dodatnio wpływają zarówno na wydajność pracy, która, jak wykazały badania, przewyższa wydajność pracy w innych zakładach, jak też i na stan zdrowia robotników w zakładzie 4. Dokładna analiza tych zjawisk zostanie przeprowadzona w następnym doniesieniu.

OMÓWIENIE WYNIKÓW I WNIOSKI

Wyniki naszych badań pozwalają scharakteryzować mikroklimat przędzalni i tkalni jako mikroklimat ciepły, a nawet gorący, zwłaszcza latem. Cechami charakterystycznymi są: wysoka temperatura i wilgotność powietrza przy nieznacznym ruchu powietrza i braku silniejszych źródeł promieniowania ciepłego. Nie stwierdza się wahań temperatury i wilgotności w płaszczyźnie pionowej, natomiast występują pewne wahania, średnio $3,5^{\circ}$ w przędzalniach i $2,1^{\circ}$ w tkalniach — w płaszczyźnie poziomej, co jednak przy b. dużych wymiarach sal fabrycznych i względnej stałości miejsca roboczego nie powinno wpływać w większej mierze na organizm ludzki. Występują natomiast często wahania temperatury i wilgotności powietrza w ciągu doby dochodzące do 10° i 50% . Przeważnie zmniejszają one i tak już niewielką siłę oziębiającą atmosfery, co może doprowadzać niekiedy do warunków niemal hamujących zarówno bierną, jak i czynną utratę ciepła. Ponieważ wahania te, a zwłaszcza wahania



temperatury najczęściej nie są nagłe ale zachodzą zwykle w ciągu kilku godzin, organizm ludzki ma dość czasu, aby przystosować się do zmiany klimatu w sali, bez zaburzeń towarzyszących zwykle gwałtownym przejściom z jednych warunków cieplnych otoczenia do innych. Łatwej adaptacji ustroju do tych wahań sprzyja również fakt, że zachodzą one w granicach dość wysokich temperatur powietrza, gdy utrata ciepła odbywa się przeważnie na drodze czynnej i zmiana temperatury o kilka stopni nie pociąga za sobą zmiany mechanizmu utraty ciepła, tym bardziej że wskutek niewielkich szybkości ruchu powietrza nie występuje zjawisko przeciągów.

Natomiast na proces technologiczny wspomniane wahania temperatury, a szczególnie wilgotności powietrza wpływają wybitnie niekorzystnie.

Dla oceny tego mikroklimatu porównaliśmy go z istniejącymi w tej dziedzinie normami.

Znanych jest wiele norm mikroklimatu dla przędzalni i tkalni. Uwzględniają one przede wszystkim szerokość geograficzną, w której znajduje się dana fabryka. Tab. 11 przedstawia normy temperatury i wilgotności powietrza obowiązujące w Związku Radzieckim dla przedsiębiorstw wymagających sztucznego regulowania temperatury i wilgotności powietrza (GOST 1324—47).

Tabela 11. Normy radzieckie dla temperatury i wilgotności powietrza w pomieszczeniach fabrycznych wymagających sztucznego regulowania temperatury i wilgotności względnej (GOST 1324-47).

Chłodna i przejściowa pora roku (t. zewn. < 10°)		Ciepła pora roku (t. zewn. > 10°)	
temp. powietrza w pomieszczeniu (°C)	wilgotność względna (%)	temp. powietrza w pomieszczeniu (°C)	wilgotność względna (%)
22 — 23	80 — 75	23 — 24	80 — 75
24 — 25	70 — 65	25 — 26	70 — 65
26 — 27	60 — 55	27 — 28	60 — 55
—	—	29 — 30	55 — 50

Na podstawie tych norm opracowano specjalne normy dla różnych działów przemysłu włókienniczego, zależnie od wymagań technologicznych — tab. 12 (wg Ippolitowa).

Normy te mniej więcej pokrywają się ze wspomnianymi już normami ustalonymi przez Iwanowski Instytut Ochrony Pracy w Z.S.R.R. (patrz str. 350) oraz z normami Głównego Instytutu Włókiennictwa w Łodzi (wg Aścika — dla przędzalni zimą: 24—27° i 60—50%; latem: 27—30° i 55—45%). Należy jednak wziąć pod uwagę, że normy radzieckie były opracowane dla przemysłu rozrzuconego na wielkim obszarze geograficz-

nym obejmującym również okolice o klimacie b. gorącym, skąd wynika konieczność ustalenia na dość wysokim poziomie górnej granicy temperatur w pomieszczeniach fabrycznych (latem: 30° dla przędzalni i 26° dla tkalni). Dla naszych umiarkowanych warunków klimatycznych, w których

T a b e l a *12. Normy radzieckie temperatury i wilgotności powietrza dla przędzalni i tkalni bawełny (wg *Ippolitowa*)

Dział przemysłu	Zima		Lato	
	temperatura (°C)	wilgotność (%)	temperatura (°C)	wilgotność (%)
Przędzalnia	24 — 27	60 — 50	27 — 30	55 — 45
Tkalnia	21 — 24	75 — 70	24 — 26	75 — 70

temperatura letnia powietrza zewnętrznego b. rzadko tylko osiąga wartości dochodzące lub przekraczające 35°, należałoby uwzględnić przede wszystkim dolne granice norm obowiązujących dla Związku Radzieckiego.

O ile chodzi o normy ustalone w krajach kapitalistycznych, opierają się one głównie na wskazaniach termometru wilgotnego. Fakt ten nakazuje odnosić się do nich z dużymi zastrzeżeniami, choćby z tego względu, że wskazania termometru wilgotnego dają tylko b. niedokładny, przybliżony obraz warunków klimatycznych w pomieszczeniach. B. I. T. przed wojną (cyt. wg *Nowakowskiego*) ustaliło jako górną granicę temperaturę termometru wilgotnego 24°. Tę samą normę podaje również ostatnio *Simonin* (norma ta wydaje się jednak zbyt wysoka).

Normy przyjęte jako obowiązujące dla przędzalni i tkalni bawełny, a zwłaszcza górne granice tych norm przekraczają ogólne normy przyjęte jako pas komfortu klimatycznego dla ludzi w ogóle. Normy te omówiliśmy szczegółowo w naszym poprzednim doniesieniu*. Tu zaznaczymy jedynie, że wg norm angielskich (*Bedford*) latem pas komfortu klimatycznego dla ludzi w spoczynku wynosi 17,0—20,5° T. ef. Przy uwzględnieniu poprawek podanych przez *Muchina* temperatura efektywna pomieszczenia przy temperaturze zewnętrznej 35° nie powinna przekraczać 22,8° T. ef, a w razie wykonywania lekkiej pracy — 21° T. ef.

W świetle wyżej podanych norm stwierdzone przez nas średnie wartości wskaźników mikroklimatu (tab. 13) w przędzalniach przebiegają zgodnie z górną granicą norm radzieckich.

Zważywszy, że górne granice norm klimatycznych zwykle przewidziane są dla klimatu bardziej gorącego niż klimat polski, możemy przyjąć, że warunki panujące w naszych przędzalniach stwarzają klimat zbyt gorący, przede wszystkim na skutek zbyt dużych temperatur powietrza.

* L. c.



T a b e l a 13. Porównanie otrzymanych wyników z różnymi normami mikroklimatu w przędzalniach i tkalniach bawełny

Pora roku	Wskaźniki warunków klimat.	Przędzalnia			Tkalnia			Norma wg wskazań termometru wilgotnego (wg B. I. T.)	Górna granica pasa komfortu klimatycznego (wg Bedforda)
		warunki w łódzkich zakładach		normy radzieckie (wg 34 Ippolitowa)	warunki w łódzkich zakładach		normy radzieckie (wg Ippolitowa)		
		wartości średnie	wartości najwyższe		wartości średnie	wartości najwyższe			
Zima	temperat. (°C)	27,0	36,0	24—27	25,0	30,0	21—24	—	—
	wilgotn. (%)	35,8	81,0	60—50	65,4	100,0	75—70	—	—
	temp. ef. (°T. ef.)	22,3	33,5	—	22,5	30,0	—	—	17,5
	temperat. termom. wilgotn. (°C)	—	33	—	20,3	30,0	—	24	—
Lato	temperat. (°C)	29,6	36,0	27—30	27,6	30,0	24—26	—	—
	wilgotn. (%)	38,6	81,0	55—45	63,4	100,0	75—70	—	—
	temp. ef. (°T. ef.)	24,8	33,5	—	26,1	30,0	—	—	20,5
	temperat. termom. wilgotn. (°C)	20,0	33,0	—	25,0	30,0	—	24	—



Podane w tab. 13 wartości najwyższe, niejednokrotnie stwierdzane przez nas w czasie badań, świadczą, że w przedsiębiorstwach tych pracownicy dość często narażeni są na pracę w warunkach mikroklimatu znacznie przekraczających najwyższe dopuszczalne normy, co wcale nie jest konieczne dla technologii produkcji.

W tkalniach już średnie wartości pomiarów temperatury powietrza wykraczają poza normy przyjęte dla tego rodzaju produkcji. Najwyższe spotykane tutaj wartości pomiarów, podobnie jak w przedsiębiorstwach, stwarzają mikroklimat znacznie przekraczający górną granicę ustalonych norm. Na ogół więc klimat tkalni, mimo mniejszego zakresu wahań niż w przedsiębiorstwie, należy uznać za bardziej ciepły i bardziej odbiegający od warunków fizjologicznych niż w przedsiębiorstwie.

O tym, że poprawa warunków mikroklimatu w przedsiębiorstwach i tkalniach bawelny jest najzupełniej możliwa, świadczą wyniki pomiarów w zakładzie 4 (tab. 10). Średnie wartości uzyskane z badań w tym zakładzie mieszczą się niemal całkowicie w granicach przytoczonych norm, a wartości najwyższe na ogół nie przekraczają granic tych norm. Temperatura efektywna w tym zakładzie nieznacznie tylko przekracza pas komfortu klimatycznego. O dodatnim wpływie tych zdrowych warunków klimatycznych, zarówno na produkcję, jak i na zdrowie robotników, przekonaliśmy się w szeregu innych badań.

Poprawę warunków klimatycznych w przedsiębiorstwach i tkalniach można osiągnąć przede wszystkim poprzez udoskonalenie i unowocześnienie istniejących w tych zakładach urządzeń klimatyzacyjno-wentylacyjnych. Jak wykazały badania cytowane przez Ippolitowa, najczęstszą przyczyną wahań warunków klimatycznych w przedsiębiorstwach i tkalniach i odchylen ich od norm jest brak automatycznej regulacji urządzeń klimatyzacyjno-wentylacyjnych. Nierzadko przy ręcznej regulacji tych urządzeń spotykał on wahania dobowe temperatury dochodzące do 10° (26 — 36°) i wilgotności dochodzące do 46% — a więc w granicach podobnych do stwierdzanych przez nas. Po zainstalowaniu w tych zakładach urządzeń do automatycznej regulacji temperatury i wilgotności powietrza zakres tych wahań spadł do granic $\pm 1^{\circ}$, jeśli chodzi o temperaturę i $\pm 2\%$, jeśli chodzi o wilgotność powietrza. Automatyczna regulacja urządzeń klimatyzacyjnych pozwalała zachować przez cały czas pracy praktycznie niezmienną temperaturę i wilgotność powietrza taką, na jaką raz została nastawiona. Wprowadzenie tych urządzeń w naszych warunkach pozwoli na stałe utrzymywanie w pomieszczeniach do pracy mikroklimatu korzystnego zarówno dla technologii produkcji, jak i dla organizmu ludzkiego.

Ważną rzeczą jest również usunięcie z sal produkcyjnych wszelkich zbytecznych źródeł ciepła, a więc przewodów z gorącą wodą



lub parą niejednokrotnie przebiegających przez salę, a nie związanych z produkcją odbywającą się w danym pomieszczeniu. Niekiedy zdarza się, że w bezpośrednim kontakcie z przędzalnią lub tkalnią znajdują się pomieszczenia, gdzie dokonują się procesy, przy których wydzielają się znaczne ilości ciepła — np. kotłownie, suszarnie itp. W tych przypadkach, o ile nie można zapobiec temu inaczej, powinno się pomieszczenie przędzalni lub tkalni oddzielić odpowiednią izolacją cieplną.

Zasługuje również na uwagę wykorzystanie ruchu powietrza dla zwiększenia siły chłodzącej atmosfery. Już *Vernon* stwierdził wzrost wydajności pracy w tkalni, gdy zwiększono na sali szybkość ruchu powietrza z 0,2 m/sek. do 0,7 m/sek. przy 30° temperatury powietrza. Wg *Klugina* i *Małyszewej* następującym temperaturom powietrza powinny odpowiadać następujące szybkości ruchu powietrza:

22 — 23°	—	0,25 — 0,30	m/sek.
24 — 25°	—	0,40 — 0,60	„
26 — 27°	—	0,70 — 1,00	„
28 — 30°	—	1,10 — 1,30	„

co jeszcze uzależnione jest również od ciężkości pracy.

W naszych badaniach stwierdzane szybkości ruchu powietrza były znacznie niższe od wyżej przytoczonych (średnio: 0,17 m/sek. w przędzalniach, 0,13 m/sek. w tkalniach, przy największej spotkanej wartości 0,51 m/sek.). Wprowadzenie powietrza w stały ruch z szybkością 0,5—1,0 m/sek. w zależności od temperatury powietrza, nawet bez wymiany powietrza pomieszczeń na powietrze zewnętrzne, pozwoli dość znacznie zwiększyć siłę oziębiającą atmosfery i obniżyć temperaturę efektywną na sali o ok. 1—2° T.ef.

Panujący w przędzalniach i tkalniach gorący mikroklimat nie może pozostać bez wpływu na organizm człowieka wykonującego przez 8 godzin pracę w takich warunkach. W lecie robotnik pracuje w wysokiej temperaturze, przy dużej wilgotności i małym ruchu powietrza, co naraża go stale na niebezpieczeństwo przegrzania, zakłóca normalne działanie mechanizmów regulujących gospodarkę cieplną organizmu, uniemożliwia prawidłową przemianę wodną, mineralną, a prawdopodobnie i witamin w ustroju, odbija się na układzie krążenia, odporności itp. W chłodnej porze roku prócz działania tych samych niekorzystnych czynników robotnik taki narażony jest jeszcze na nagłe, wielkie zmiany warunków cieplnych środowiska przy przechodzeniu z gorących hal fabrycznych do zimnego powietrza zewnętrznego lub do pomieszczeń nieogrzewanych (np. ustępy). Badania nasze nad wpływem mikroklimatu przędzalni i tkalni bezpośrednio na organizm ludzki będą zreferowane w oddzielnym doniesieniu. Tu pragniemy jedynie zaznaczyć, że problem tego zbyt gorące-

go mikroklimatu jest zagadnieniem bardzo ważnym, ale może być rozwiązany środkami dość простыми i niezbyt kosztownymi. Wzrost wydajności pracy w wyniku poprawy warunków klimatycznych powinien w krótkim czasie zrekompensować poniesione wydatki. O możliwości praktycznego rozwiązania tego zagadnienia świadczą zarówno wyniki doświadczeń radzieckich, jak i dane zebrane z zakładu 4, w którym spotkał się prawidłowe warunki mikroklimatu.

И. Нофер, С. Поддѣбняк

МИКРОКЛИМАТ В ПРЯДИЛЬНОМ И ТКАЦКОМ ЦЕХАХ ХЛОПЧАТОБУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Содержание

На основании ряда наблюдений в различных временах года в 3 прядильных и ткацких фабриках хлопчатобумажной промышленности, авторы нашли, что в общем микроклиматические условия в этих заводах значительно превышают общепринятые предельно допустимые нормы температуры и влажности воздуха.

Нередко отмечено температуру доходящую до 36° C и 81% относительной влажности в прядильном и температуру доходящую до 30° C и 100% относительной влажности в ткацком цехе.

Одновременно обнаружено довольно значительные колебания в особенности влажности на протяжении суток, что особенно неблагоприятно отражается на технологии производства.

Авторы считают, что в умеренном климате следует применять нижние границы норм температуры и относительной влажности, предусмотренных для прядильных и ткацких цехов. Для обеспечения постоянных оптимальных с физиологической точки зрения условий микроклимата в прядильных и ткацких цехах, авторы основываясь между прочим и на советском опыте, рекомендуют широко применять автоматическую регуляцию температуры и относительной влажности в производственных цехах, а также большую чем до сих пор скорость движения воздуха (0,7—1,0 м/сек).

J. Nofer, S. Poddębniak

MICROCLIMATIC STUDIES IN SPINNING AND WEAVING ROOMS

Summary

An observation of climatic conditions during a year in three cotton mills showed that air temperature and humidity was kept above the accepted standards. In some cases temperature in spinning rooms was raised up to 36 centigrade and 81 per cent of relative humidity whereas in the weaving rooms the temperature was up to 30



centigrade and 100 per cent of humidity. At the same time great differences of both temperature and humidity during a day were stated what is harmful for the production.

The authors believe that in Polish climatic conditions the lower limits of the accepted standards for temperature and humidity should be followed in order to meet the physiological requirement. This can be done by mean of an automatic temperature and humidity conditioning and isolation of excessive heat sources in work places. The air velocity should be increased to 0,7—1,0 meters. per second.

PISMIENNICTWO

1. Aścik K.: Pomiary wilgotności powietrza w przemyśle włókienniczym; Bezp. i Hig. Pracy, Nr 11, 1951. — 2. Bedford T.: Basic Principles of Ventilation and Heating, London 1948. — 3. Carozzi L.: Textile, w Hygiène du Travail, Bureau Int. Trav., Genève, 1930. — 4. Dearden W.: Coton, w Hygiène du Travail, Bureau Int. Trav., Genève, 1930. — 5. GOST. 1324—47; Standardgiz. 1947. — 6. Ippolitow J.: Awtomaticzeskoje régulirovanije wientilacjonno-uwlażnitielnych ustanowsk w tiekstilnoj promyszlenosti; Gizlegprom, 1951. — 7. Klugin S., Małyszewa A.: K woprosu o normirowanii podwiznosti wozducha na priedprijatjach tiekstilnoj promyszlenosti, Gigiena i Sanitarija, Nr 5, 1952. — 8. Muchin W.: Kondicjonirowanije wozducha, Moskwa, 1950. — 9. Nofer J.: Metodyka oceny mikroklimatu w pomieszczeniach do pracy, Med. Pracy Nr 2, 1952. — 10. Normy i tiechniczeskije usłowija projektirowanija otopenija i wientilacji promyszlennych zdaniij (NiTU-8-48). — 11. Nowakowski B.: Zasady wietrzenia i ogrzewania zakładów pracy, Warszawa, 1935. — 12. Simonin C.: Médecine du Travail, Paris, 1950. — 13. Vernon H.: Principles of Heating and Ventilation, London, 1934.

