

*Т.О. Полька канд. техн. наук, доцент., Х.О.Мазурак
(Київський національний університет технологій та дизайну)*

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЇ ОДЯГУ ДЛЯ ПРАЦІВНИКІВ МЕТАЛООБРОБНИХ ЦЕХІВ

В статті запропоновано покращення показників якості одягу для працівників металообробних цехів обґрунтовано параметри конструкції деталей, що дасть збільшити зносостійкість одягу та покращити умови праці. Для постановки експериментальних досліджень було вивчено умови експлуатації цього виду одягу, зокрема режим праці працівників металообробних цехів, характер діяльності, основні та додаткові рухи та пози. За результатами дослідження динамічних приростів до розмірних ознак працівника металообробних цехів під час виконання професійних рухів розроблено рекомендації щодо внесення змін в конструкції деталей куртки та напівкомбінезона комплекту одягу.

Ключові слова: одяг для працівників металообробних цехів, динамічні прирости, параметри конструкції.

Т.А. Полька, К.А. Мазурак

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОНСТРУКЦИИ ОДЕЖДЫ ДЛЯ РАБОЧИХ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕХОВ

В статье предложено улучшение показателей качества одежды для рабочих металлообрабатывающих цехов, обоснованы параметры конструкции деталей, что позволит увеличить износостойкость одежды и улучшить условия труда. Для планирования экспериментальных исследований было изучено условия эксплуатации данного вида одежды, а именно режим работы рабочих металлообрабатывающих цехов, характер деятельности, основные и дополнительные движения и позы. По результатам исследований динамического приращения к размерным признакам рабочего металлообрабатывающих цехов во время выполнения профессиональных движений разработаны рекомендации о внесении изменений в конструкции деталей куртки и полукombineзона комплекта одежды.

Ключевые слова: одежда для рабочих металлообрабатывающих цехов, динамические приращения, параметры конструкции.

Т.О. Polka, К.О. Mazurak

SUBSTANTIATION OF THE PARAMETERS OF CLOTHES DESIGN FOR WORKERS OF METAL-WORKING SHOPS

The article suggested the improvement of the design process of creating clothes for workers of metal -working shops (MWS), which will increase the durability of clothing due to study design parameters details. Based on the analysis of operating conditions experimental studies of movements and postures with the definition of dynamic variables to the dimensional increments featured during the execution of works, which often performs work MWS. As a result, the design parameters of robots designed clothes with improved dynamic compliance.

Key words: clothing for the metal-working shops, dynamic gains, design parameters.

Постановка проблеми. Ефективний розвиток економіки країни неможливий без розвинутого машинобудування, завданнями якого є виготовлення широкого асортименту деталей, що використовуються у різноманітних виробництвах. З цією метою існує велика кількість професій та спеціальностей, які об'єднані загальною назвою – працівник металообробних цехів (МОЦ). Працівник МОЦ – це робітник, який виконує обробку деталей з металу,

дерева та інших твердих матеріалів на токарних, свердлильних, фрезерних, шліфувальних і інших верстатах. Він працює на підприємствах машинобудування і металообробки, в механічних цехах, ремонтних службах. Керуючись кресленням деталей, працівник МОЦ визначає послідовність їх виготовлення, підбирає необхідні для цього інструменти, використовує довідники і проводить необхідні розрахунки, вибирає режим різання, проводить наладку верстатів, встановлює інструмент і заготовку, проводить обробляє деталі, перевіряє за допомогою оптичних приладів розміри деталі і якість її обробки [1].

Виходячи з того, що працівники МОЦ вимушені довгий час працювати в умовах обмеженої рухливості, незручний одяг може спричинити зниження працездатності, викликаючи втому, зниження уваги тощо. Також, працівники виконують професійні обов'язки у вимушених позах (основна робоча поза – положення «стоячи»), що призводить до фізичного та психологічного навантаження, що потребує врахування його особливостей для забезпечення нормального функціонування організму. Слід також зазначити, що під час роботи працівнику необхідний повний доступ до інструментів та деталей.

Актуальність теми дослідження полягає в тому, що існуючий асортимент одягу для працівників МОЦ не відповідає експлуатаційним вимогам через недосконалість конструктивно-технічного рішення виробів, що полягає у відсутності обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів одягу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Темою проектування спеціального одягу протягом довгого часу займаються науковці колишнього СРСР, Росії, України та інших країн, серед яких відомі роботи П.П. Кокеткіна, З.С. Чубарової, Р.Ф. Афанасьєвой, Є.Я. Сурженка, А.М. Русиної, які присвячені методологічним основам проектування різновидів спеціального одягу, Л.Н. Форменкової, В.Є. Беденка, які розглядають асортимент сучасних видів матеріалів та швейних ниток для виготовлення спеціального одягу; О.Ф. Давидової, Т.Г. Шатран, які присвячені розробці конструкції спеціального одягу для зварювальників та працівників МОЦ.

Виклад основного матеріалу. В результаті трудової діяльності працівників МОЦ змінюються деякі розмірні ознаки тіла людини в порівнянні з їх величинами у статичному положенні, що характеризується динамічними приростами величин окремих розмірних ознак, які здійснюють вплив на конструкцію виробу. Це важливо враховувати при конструюванні одягу, який повинен забезпечувати не тільки захист від небезпечних та шкідливих виробничих чинників, але і комфорт в процесі роботи [2].

З метою обґрунтування параметрів конструкції одягу для працівників МОЦ було досліджено умови його експлуатації, зокрема, режим праці, характер рухів у відповідності до посадових обов'язків. Аналіз рухів працюючих дає змогу виявити найбільш характерні пози, які відрізняються від основних антропометричних положень. В процесі досліджень було визначено перелік основних та додаткових рухів працівника, місця вимірів розмірних ознак фігури людини в динаміці та рухи, при виконанні яких спостерігаються максимальні значення величин динамічних приростів до розмірних ознак.

При знятті розмірів з людини в динаміці, відмічались суттєві зміни розмірних ознак тіла людини, величини яких потрібно враховувати при визначенні припусків на свободу облягання, як конструкції в цілому, так і окремих ділянок [3].

Відомо, що динамічна відповідність визначає показник зручності одягу в динаміці. Вона визначається сукупністю одиничних ергономічних показників. Тому, для визначення інформації, яка б охарактеризувала зміни розмірів тіла в процесі трудової діяльності, необхідно провести обміри працюючого в статиці та в динаміці.

При проведенні досліджень було виконано п'ять паралельних дослідів, завдяки яким визначено $X_j^1, X_j^2, \dots, X_j^5$. Для кожного j -го дослідів виконано розрахунок середнього арифметичного значення за формулою:

$$\sum_{m=1}^m X_j^m, \quad (1)$$

де m – кількість паралельних дослідів;

X_j^m – величина розмірної ознаки.

Розрахунок порядкової дисперсії відтворюваності (оцінка помилки паралельного досліді), здійснено за формулою:

$$S_j^2 = \frac{1}{m-1} \cdot \sum_{m=1}^m (X_j^m - X_j)^2, \quad (2)$$

Перевірку однорідності дисперсій виконано за критерієм Кохрена G_T

$$G_P = \frac{S_{u \max}^2}{\sum_{u=1}^N S_u^2}, \quad (3)$$

де $S_{u \max}^2$ – максимальне значення з розрахункових дисперсій.

Перевіряється виконання умови $G_P < G_{табл.}(q, f_1, f_2)$. Якщо умова виконується, то процес вважається таким, що відтворюється. Якщо ж умова не виконується, то необхідно збільшити кількість паралельних дослідів, або підвищити точність контролю змінних, або змінити метод контролю в цілому.

Табличне значення критерію Кохрена G_T визначається за довідниковими даними [4] і залежить від параметрів q – рівня значущості ($q = 0,05$), f_1 – числа ступенів свободи кожної оцінки порядкової дисперсії ($f_1 = m - 1$), f_2 – кількості незалежних оцінок дисперсії.

При вимірюванні розмірних ознак в статистиці, значення критерію Кохрена: $q = 0,95$, для $m=5$, а $f_1=4$, $G_{табл.}=0,192$, при ймовірності 95%.

Визначення середньоквадратичної похибки за формулою:

$$\bar{S}_y = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^m (X_j - \bar{X}_j)^2}{m \cdot (m-1)}}, \quad (4)$$

Величина випадкової похибки розраховується за критерієм Стьюдента, за формулою:

$$\Delta X_{\text{вип}} = \bar{S}_y \cdot t_T, \quad (5)$$

– табличне значення критерію Стьюдента, для п'яти дослідів $t_T = 2,8$

Величина абсолютної похибки (при вимірюванні сантиметровою стрічкою $\Delta X_{j_{np}} = 0,01$ см) розраховується за формулою:

$$\Delta X_{\text{заг}} = \Delta X_{j_{\text{вип}}}^2 + \Delta X_{j_{np}}^2, \quad (6)$$

$\Delta X_{j_{\text{вип}}}^2$ – величина випадкової похибки;

Відносна похибка розраховується за формулою [5]:

$$\varepsilon = \frac{\Delta X_{j_{\text{заг}}}}{X_j} \cdot 100 \quad (7)$$

Різниця в величинах вимірів динамічних і статичних розмірних ознак є динамічним ефектом або динамічним приростом. Його величина може вимірюватись в сантиметрах (абсолютне значення) або у відсотках (відносне значення) і розраховується за двома формулами (8) та (9):

$$d_j^a = X_j^D - X_j^C, \quad (8)$$

d_j^a абсолютний динамічний приріст j -ї особи;

X_j^D значення розмірної ознаки в динаміці j -ї особи;

X_j^C значення розмірної ознаки в статистиці j -ї особи;

$$d_j^B = \frac{d_j^a}{X_j^C} \cdot 100 \quad (9)$$

d_j^B відносний динамічний приріст j -ї особи [6].




Динамічні прирости визначаються зміною величини розмірних ознак людини при виконанні вказаних рухів. Як правило меншому значенню певної статичної розмірної ознаки відповідає більше значення динамічного приросту, більшому значенню певної розмірної ознаки – менша величина динамічного ефекту. Також було визначено, що динамічні прирости до розмірних ознак тіла людини різні за величиною, залежно від його віку. Для чоловіків молодшої вікової групи припуски до одягу повинні бути більшими, що пояснюється більшою рухливістю суглобів і більшою силою м'язів. Виміри проводились на працівниках МОЦ віком 20-22 роки та типом фігури, згідно з ГОСТ 23167-91, що має розміроріст 176-96-78 [7]. Отримані значення подано у табл. 1.

Забезпечення динамічної відповідності системи «людина-спецодяг» для використання у навколишньому середовищі є однією з актуальних задач проектування одягу для працівників МОЦ. Тому для створення якісних конструкцій важливим є проведення експериментальних досліджень зміни розмірних ознак тіла працівника в умовах динамічних навантажень. Динамічні прирости визначаються зміною величини розмірних ознак людини при виконанні вказаних рухів. Максимальні величини динамічних приростів в таблиці 2.



Динамічні прирости до розмірних ознак, характерні для визначених рухів, відіграють вирішальну роль для розрахунку припусків при проектуванні одягу.

Таблиця 1

Динамічні прирости до розмірних ознак при виконанні характерних рухів працівників МОЦ

Схематичне зображення рухів працівників під час виконання робіт	Характеристика динамічної пози відповідного руху	Позначення розмірних ознак що змінюються	Величина розмірної ознаки, см		Величини відносні динамічних приростів	Дисперсія	Середньоквадратична похибка	Величина динамічного приросту до розмірної ознаки, %
			В статичі	В динаміці				
			X_c	X_d				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Рух 1 Одна рука зігнута в ліктьовому суглобі під кутом 45°, а інша під тупим кутом	Шс	41,0	38,8	-5,31	0,047	0,097	-5,31±0,091
		Впк	46,5	46,7	0,559	0,053	0,103	0,56±0,096
		Оп	31,5	33,0	4,825	0,007	0,037	4,83±0,003
		Дтс	42,0	42,9	2,142	0,015	0,055	2,14±0,01
		Дрлок	33,6	32,1	-4,40	0,072	0,12	-4,41±0,25
		Дрзап	59,0	52,9	-10,3	0,015	0,055	-10,3±0,007
	Рух 2 Корпус нахилений в сторону під кутом 20°. Обидві руки відведені вперед та зігнуті в ліктьовому суглобі паралельно до підлоги	Шс	41,0	54,8	33,75	0,023	0,068	33,76±0,016
		Дтс	42,0	42,3	0,857	0,103	0,144	0,86±0,4
		Шг	37,5	28,1	-24,8	0,087	0,132	-24,9±0,43
		Оп	31,5	33,0	4,761	0,05	0,1	4,81±,012
		Впк	46,5	49,2	5,849	0,047	0,097	5,85±0,07
		От	79,0	81,5	3,240	0,018	0,06	3,24±0,006
		Дрлок	33,6	31,7	-5,41	0,047	0,097	-5,42±0,12
		Дрзап	59,0	58,5	-0,74	0,018	0,06	-0,75±0,009
	Рух 3 Горизонтальне витягування рук вперед	Шг	37,5	29,7	-20,5	0,047	0,097	-20,59±0,12
		Шс	41,0	54,2	32,29	0,058	0,108	32,29±0,099
		Дтс	42,0	42,7	1,857	0,067	0,113	1,86±0,16
		Дрзап	59,0	60,2	2,135	0,053	0,103	2,14±0,075
		Впк	46,5	49,8	7,268	0,032	0,08	7,27±0,033
		Оп	31,5	31,7	0,698	0,012	0,049	0,70±0,008
		Дрлок	33,6	34,6	2,976	0,01	0,045	2,78±0,005

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<p>Рух 4 Присідання: одна нога зігнута в коліні під кутом 45°, а інша під гострим кутом. Руки відведені вперед та зігнуті в ліктьовому суглобі</p>	Шс	41,0	53,1	29,51	0,01	0,045	29,51±0,003
		Дтс	42,0	43,0	2,523	0,013	0,051	2,52±0,007
		От	79	85,4	8,202	0,022	0,067	8,20±0,009
		Дрлок	33,6	31,9	-4,82	0,007	0,038	-4,82±0,003
		Дрзап	59,0	54,5	-7,49	0,007	0,037	-7,49±0,002
		Ок	37,5	44,3	18,24	0,013	0,051	18,24±0,006
		Обед	55	55,1	0,254	0,018	0,06	0,26±0,0095
		Дсб	106	104	-1,50	0,022	0,068	-1,5±0,008
		Впк	46,5	46,5	0,086	0,023	0,068	0,086±0,02
		Дн	93,5	69,8	-25,2	0,023	0,068	-25,3±0,01
	<p>Рух 5 Корпус нахилений вперед. Руки прямі, відведені вперед під кутом 30°.</p>	Шг	37,5	25,8	-31,0	0,023	0,068	-31,0±0,03
		Шс	41,0	50,1	22,39	0,042	0,092	22,39±0,06
		Дтс	42,0	42,8	2,00	0,018	0,06	2,0±0,01
		Дрзап	59,0	60,3	2,305	0,023	0,068	2,31±0,01

Таблиця 2

Максимальні величини динамічних приростів

Назва розмірної ознаки	Абсолютна величина динамічного приросту, см	Величина динамічного приросту, %
1	2	3
1. Ширина спини (Шс)	13,84±0,016	33,76
2. Ширина грудей (Шг)	11,64±0,03	31,0
3. Висота плеча коса спинки (Впк)	3,38±0,033	7,27
4. Довжина спини до талії з врахуванням виступу лопаток (Дтс)	1,86±0,02	4,43
5. Довжина руки до лінії обхвату зап'ястка (Дрзап)	6,1±0,007	10,3
6. Довжина руки до ліктя (Дрлок)	4,3±0,01	12,80
7. Обхват плеча (Оп)	1,52±0,003	4,83
8. Обхват талії (От)	6,48±0,009	8,20
9. Довжина ноги з внутрішньої сторони (Дн)	23,64±0,01	25,3
10. Обхват стегна (стегна)	0,14±0,0095	0,26
11. Обхват коліна (Ок)	6,84±0,006	18,24
12. Відстань від лінії талії до підлоги збоку (Дсб)	1,6±0,008	1,5

Дослідження номенклатури характерних рухів працівників МОЦ дало змогу обрати рухи, які мають найбільший вплив на зміну відстаней по поверхні тіла людини між антропометричними точками. Даний комплекс рухів дав змогу максимально дослідити зміни розмірних ознак тіла людини при проектуванні як плечових, так і поясних виробів одягу для працівників МОЦ, а також розрахувати конструктивні припуски для побудови конструкції одягу, що відповідає характеру професійної діяльності.

Висновки

1. Дослідження умов експлуатації одягу для працівників МОЦ дало змогу обрати п'ять рухів, які є найбільш динамічними та найбільше впливають на зміну відстаней по поверхні тіла людини між антропометричними точками. Цей комплекс рухів дав змогу максимально дослідити зміни розмірних ознак тіла людини (визначено від чотирьох до десяти розмірних ознак) при проектуванні як плечових, так і поясних виробів одягу для працівників МОЦ.

2. За результатами дослідження динамічних приростів розроблено рекомендації щодо внесення змін в конструкції деталей куртки та напівкомбінезона комплекту одягу для працівників МОЦ. Зокрема переміщення точок низу рукава на 1,5 см, збільшено величину шва сидіння на 0,19 см, та переміщення точок низу спинки та пілочки на 4,5 см.

Список літератури:

1. Азбука профессий. Родственные профессии: токарь, строгальщик, сверловщик, шлифовщик, зуборезчик, станочник-универсал [Электронный ресурс] Режим доступа: http://rodn-i-k.narod.ru/as_prof/freser.htm
2. Ергономіка і дизайн. Проектування сучасних видів одягу: Навчальний посібник / М.В. Колосніченко, Л.І. Зубкова, К.Л. Пашкевич та інші. – К.: ПП «НВЦ «Профі», 2014. – 386 с.
3. Кокеткин П.П. Промышленное проектирование специальной одежды / Кокеткин П.П., Чубарова З.С., Афанасьева Р.Ф. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 184 с.
4. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы обработки данных. – М.: Мир, 1984. – 610 с.
5. Головки Д.Б. Основи наукових досліджень: навч. посібник. / Д.Б. Головки, В.О., Дібровний, Ю.О. Скрипник – К.: Державна академія легкої промисловості України, 1999. – 68с.
6. Коновальцева Н.М. Антропометрия индивидуального потребителя: Лабораторный практикум / Коновальцева Н.М., Волкова Е.Ю., Крилов И.Ю. – М.: Форум – Инфра-М, 2006. – 265 с
7. Фигуры военнослужащих типовые. Размерные признаки для проектирования военной одежды: ГОСТ 23167-91. – [Действующий с 1992–07.–01]. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 394с. – (Мегосударственный стандарт).

Reference

1. *The ABCs of professions. Related profession: turner, planer, driller, grinder, zuborezchik, machine-wagon* [Electronic recourse] Retrieved from http://rodn-i-k.narod.ru/as_prof/freser.htm (in Ukr.)
2. Kolosnichenko, M.V., Zubkova, L.I. et al. (2014). *Ergonomics and design. Design of modern types of clothing*. Kyiv: KNUTD (in. Ukr.)
3. Koketkin, P.P., Chubarova, Z.S. et al. (1982). *Industrial design special clothes*. Moscow: Light & Food Industry (in. Rus.)
4. Jonson, H., Lion, F. (1984). *Statistics and experimental design in engineering and science. Methods data processing*. – Moscow: Peace, (in. Rus.)
5. Golovko, D.B., Dibrovny V.O. et al. (1999). *Basic research* – Kyiv: State Academy of light industry (in. Ukr.)
6. Konovaltseva, N.M., Volkova, E.U. et al. (2006). *Anthropometry individual consumer. Fundamentals of Applied Anthropology and Biomechanics* – Moscow: Forum - Infra-M (in. Rus.)
7. *Man's figures of the military model. Dimensional characteristics for the design of military clothing: GOST 23167-91*. – [Effective with 1992-07.-01]. - Moscow: Publishing House of Standards, 1991.