

УДК 687:175; 677.017.2/.7

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ
СПЕЦОДЕЖДЫ ДЛЯ ОПЕРАТОРОВ ПО НЕФТЕДОБЫЧЕ**

**STUDY OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE COVERALL'S
MATERIALS FOR OPERATORS OF OIL PRODUCTION**

Г.А.ГАНИЕВА, Б.Р.РЫСКУЛОВА
G.A.GANIYEVA, B.R.RYSKULOVA

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan)
E-mail: gaziza.ganiyeva@gmail.com

Статья посвящена исследованию физико-механических свойств материалов спецодежды для операторов по добыче нефти. Получены достоверные и адекватные уравнения регрессии контролируемых параметров, которые достаточно полно характеризуют исследуемые физико-механические свойства материалов спецодежды.

The article focuses on study of physical and mechanical properties of the cover-all's materials for operators of oil production. The adequate and authentic results of the regression equation of the controlled parameters obtained during the study do characterize the physical and mechanical properties of the materials of coveralls completely enough.

Ключевые слова: физико-механические свойства, текстильные материалы, спецодежда для операторов.

Keywords: physical and mechanical properties, textile materials, coveralls for operators.

Основные этапы проектирования спецодежды характеризуются достоверностью применяемых методов исследования [1]. Оценка физико-механических свойств материалов спецодежды является одним из эффективных способов, поскольку позволяет экономить время, использовать современные методики и приборы, не требующие дорогостоящих затрат, связанных с проведением экспериментов в производственных условиях. Нами проведены испытания физико-механических свойств материалов спецодежды операторов по добыче нефти.

Текстильные материалы в производственных условиях разрушаются прежде всего от комплекса одновременно и последовательно воздействующих на них производственных факторов, а также под действием нагрузок, которые вызывают деформацию, изменяют размеры и форму спецодежды [2...4].

Объектами исследования служили ткани различного волокнистого состава и структуры:

- арт. 81421 (полиэфир 65%, хлопок 35%);
- арт. 18422 а/Х-М (хлопок 80%, полиэфир 20% + антистатическая нить);
- арт.18422 Х (хлопок 80%, полиэфир 20%);
- арт. 605405 а-М (100% арамид + антистатическая нить);
- арт. 18452 (хлопок 60%, полиэфир 40%).

Оценку свойств материалов спецодежды определяли по стандартным методикам: ГОСТ 3813. Метод определения разрывных характеристик, ГОСТ 12088. Метод определения воздухопроницаемости, ГОСТ 18976. Метод определения стойкости к истиранию, ГОСТ 3816. Метод определения гигроскопических и водоотталкивающих свойств. Нефтепроницаемость определяли на разработанном авторами устройстве (Инновационный патент №30275) [5]. Обработку данных и расчеты проводили с использованием статистических пакетов программ STATISTICA [6], [7].

В случаях, когда вид зависимости отклика от исследуемых параметров неизвестен, уравнение регрессии представляют в виде полинома второй степени. При этом имеется m показателей, выступающих в роли критериев оптимальности, то есть Y_1, Y_2, \dots, Y_m и n факторов, влияющих на эти показатели – $X_{m+1}, X_{m+2}, \dots, X_n$. В нашем случае: X_1 – разрывная нагрузка по основе, X_2 – разрывная нагрузка по утку, X_3 – разрывное удлинение по основе, X_4 – разрывное удлинение по утку, X_5 – воздухопроницаемость, X_6 – истирание, X_7 – гигроскопичность, X_8 – нефтепроницаемость. Оценка изменений свойств материалов ($n=8$) проведена для каждого материала в зависимости от количества стирок ($m=20$) по схеме, показанной в табл. 1. Форма связи результативных показателей с факторами предполагается нелинейной.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Факторы, n (в зависимости от стирок, m)	Схема
1	Разрывная нагрузка по основе	$X_1 \dots, X_m$
2	Разрывная нагрузка по утку	$X_2 \dots, X_m$
3	Разрывное удлинение по основе	$X_3 \dots, X_m$
4	Разрывное удлинение по утку	$X_4 \dots, X_m$
5	Воздухопроницаемость	$X_5 \dots, X_m$
6	Истирание	$X_6 \dots, X_m$
7	Гигроскопичность	$X_7 \dots, X_m$
8	Нефтепроницаемость	$X_8 \dots, X_m$
где $n=8; m=20$		

Выбор оптимального набора составляющих модели осуществлен методами шаговой регрессии. Наиболее распростра-

ненными и эффективными являются методы Forward, Backward и Stepwise.

В методе Forward процедура стартует с модели регрессии, не включающей ни одной независимой переменной. На начальном этапе из полного набора аргументов выбирается переменная с наибольшим частным коэффициентом корреляции. В результате переменные, которые имеют наибольшие коэффициенты частной корреляции с зависимой переменной, пошагово увязываются в конечное регрессионное уравнение.

Метод Backward позволяет поочередно исключать переменные из модели. Процедура стартует с модели регрессии,

$$\begin{aligned} \text{арт. 81421} \quad & Y = 1324,4103 - 38,513X_3 + 1,8554X_5 + 0,3762X_3^2 - 0,5966X_3X_5 + 0,9526X_5^2, \quad (1) \\ \text{арт. 18422 а/Х} \quad & Y = -82,4149 - 243,5481X_8 + 0,0787X_6 - 83,7852X_8^2 + 0,0789X_8X_6 - 0,006X_6^2, \quad (2) \\ \text{арт. 18452} \quad & Y = -1765,0431 + 92,0689X_3 + 44,9026X_5 - 1,1241X_3^2 - 1,2318X_3X_5 - 0,2543X_5^2, \quad (3) \\ \text{арт. 605405} \quad & Y = -259,0103 + 0,1029X_6 + 2,3509X_8 - 0,005 + 0,0043X_6X_8 - 41,8825X_8^2, \quad (4) \\ \text{арт. 18422х} \quad & Y = -531,3941 + 0,8025X_3 + 30,7659X_2 + 0,0413X_3^2 - 0,096X_3X_2 - 0,3739X_2^2. \quad (5) \end{aligned}$$

Результаты обработки, проверка адекватности и достоверности моделей регрессии для обоснования параметров материа-

содержащей все независимые переменные. Для исключения незначимых аргументов используется частный критерий F-Remove.

Пошаговый метод Stepwise состоит в последовательном включении и (или) исключении переменной в регрессию. Метод Stepwise устроен так же, как и прямой метод Forward, однако после каждого шага переменные, используемые в данный момент, исследуются по обратному методу Backward.

В результате пошаговой процедуры с указанными выше параметрами получены следующие уравнения регрессии:

лов спецодежды для операторов по физико-механическим свойствам тканей исследуемых артикулов представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

№	Ткань, артикул	Статистические показатели качества и критерии адекватности				
		множественная корреляция R	коэффициент детерминации R ²	нормированный R-квадрат	стандартная ошибка	значимость F
1	81421	0,981	0,962	0,956	0,386	146,84
2	18422 а/Х-М	0,972	0,945	0,938	0,392	146,77
3	18452	0,985	0,972	0,964	0,278	130,99
4	605405	0,965	0,931	0,918	0,291	72,657
5	18422х	0,877	0,770	0,743	0,538	28,591

Значения статистических критериев (табл. 2) свидетельствуют о том, что полученные уравнения регрессии с 95%-ной доверительной вероятностью достоверно и адекватно описывают влияние исследуемых параметров материалов.

Достаточно высокие значения коэффициента множественной корреляции (R=0,985...0,965) свидетельствуют об очень тесной взаимосвязи результирующих показателей и включенных в исследование регулируемых параметров материалов спецодежды для операторов. Коэффициент детерминации (R₂=0,972...0,931)

характеризует вариации соответствующего отклика в экспериментальных данных.

На рис. 1 и 2 показаны поверхности откликов и линии равных уровней показателей свойств материалов в зависимости от различных сочетаний исследуемых физико-механических свойств материалов спецодежды.

На рис. 1 – разрывное удлинение по утку, истирание и нефтепроницаемость, ткань арт. 18422 а Х-М, а на рис. 2 – разрывная нагрузка по утку, истирание и нефтепроницаемость, ткань арт. 18422 а Х-М.

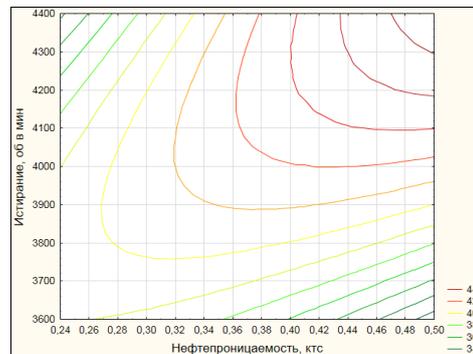
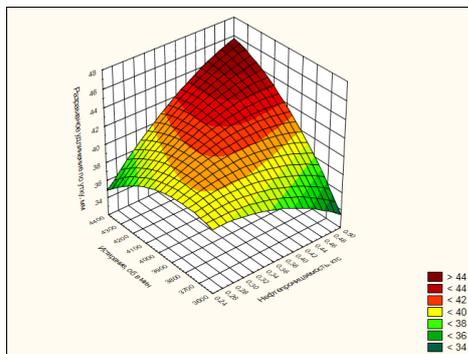


Рис. 1

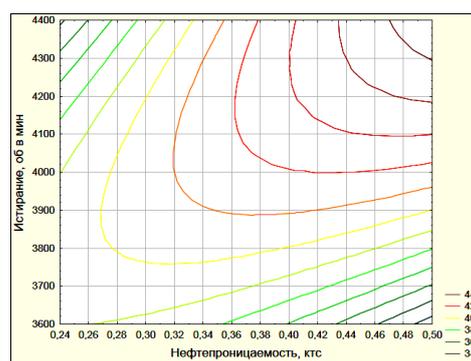
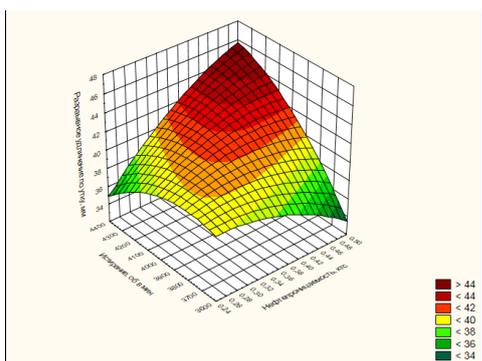


Рис. 2

Значения критерия Фишера F, равные 146,84 и 28,591 соответственно для параметров физико-механических свойств материалов спецодежды, и рассчитанные уровни значимости $p < 0,001$ свидетельствуют о достаточно высокой аппроксимации полученных уравнений (1)...(5).

ВЫВОДЫ

1. Получены достоверные и адекватные уравнения регрессии контролируемых параметров, которые достаточно полно характеризуют исследуемые физико-механические свойства материалов.

2. Найдены поверхности откликов и линии равных уровней показателей физико-механических свойств материалов, зависящие от различных сочетаний исследуемых параметров.

3. На основании проведенных исследований физико-механических свойств материалов в сочетании со стиркой выявлено, что ткань 18422 а/Х-М

обладает высокими защитными свойствами, то есть является более рациональной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романов В.Е. Системный подход к проектированию специальной одежды. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.
2. Study of the Tensile Properties of Materials Destined to Manufacture Protective Clothing for Firemen By: Hristian, Liliana; Bordeianu, Demetra Lacramioara; Iurea, Pavel; et al. Materiale Plastice, Volume: 51 Issue: 4 Pages: 405-409 Published: DEC 2014.
3. Рыскулова Б.Р., Жумадилова А.А., Логинова Л.В. Исследование комплексного воздействия факторов износа на механические свойства тканей для спецодежды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №3. С.23...26.
4. Ганиева Г.А., Рыскулова Б.Р., Таипулатов С.Ш. Research of physical and mechanical properties of materials for special clothing production for oil industry workers // Вестник АГУ. – 2015, №3. С.50...55.
5. Инновационный патент Республики Казахстан на изобретение №30275 "Устройство для определения нефтепроницаемости текстильных материалов". Авторы: Ганиева Г.А., Рыскулова Б.Р., Шамбулов Е.Д.

6. *Боровиков В.П., Боровиков И.П.* STATISTICA - Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: "Филинь", 1998.

7. *Стельмашенко В.И., Воронцова Н.В., Шушунова Т.Н.* Методы и средства исследований в процессах оказания услуг. – М.: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2007.

REFERENCES

1. Romanov V.E. Sistemnyj podhod k proektirovaniju special'noj odezhdy. – М.: Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1981.

2. Study of the Tensile Properties of Materials Destined to Manufacture Protective Clothing for Firemen By: Hristian, Liliana; Bordeianu, Demetra Lacramioara; Iurea, Pavel; et al. Materiale Plastice, Volume: 51 Issue: 4 Pages: 405-409 Published: DEC 2014.

3. Ryskulova B.R., Zhumadilova A.A., Loginova L.V. Issledovanie kompleksnogo vozdejstvija faktorov iznosa na mehanicheskie svojstva tkanej dlja spec-

odezhdy // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №3. S.23...26.

4. Ganieva G.A., Ryskulova B.R., Tashpulatov S.Sh. Research of physical and mechanical properties of materials for special clothing production for oil industry workers // Vestnik ATU. – 2015, №3. S.50...55.

5. Innovacionnyj patent Respubliki Kazahstan na izobrenenie №30275 "Ustrojstvo dlja opredelenija neftepronicaemosti tekstil'nyh materialov". Avtory: Ganieva G.A., Ryskulova B.R., Shambulov E.D.

6. Borovikov V.P., Borovikov I.P. STATISTICA - Statisticheskij analiz i obrabotka dannyh v srede Windows. – 2-e izd., pererab. i dop. – М.: "Filin'", 1998.

7. Stel'mashenko V.I., Voroncova N.V., Shushunova T.N. Metody i sredstva issledovanij v processah okazaniya uslug. – М.: ИД "ФОРУМ": ИНФРА-М, 2007.

Рекомендована кафедрой технологии, конструирования изделий и товаров. Поступила 23.06.16.