

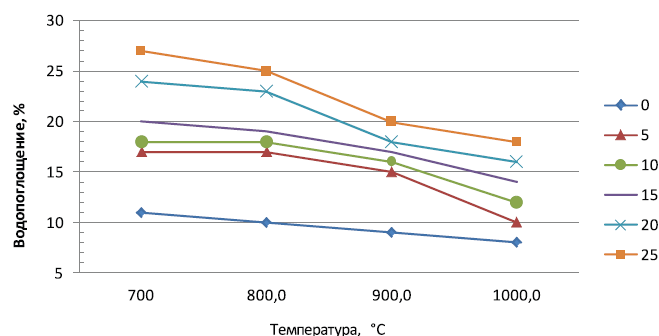


Рис. 5. График зависимости водопоглощения образца от температуры обжига

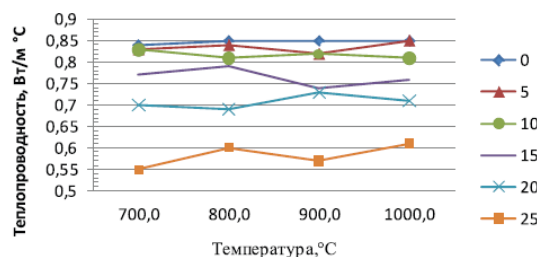


Рис. 6. График зависимости теплопроводности образца от температуры обжига

Из всех данных можно сделать вывод, что теплопроводность, прочность и водопоглощение зависят от количества добавленной золы и температуры обжига. Чем больше содержание в кирпиче золы, тем меньше его теплопроводность. Водопоглощение увеличивалось с увеличением золы. Прочность при сжатии также уменьшается с увеличением содержания золы в кирпиче. Оптимальным процентным соотношением добавления золошлаковых отходов является 15 процентов при температуре обжига 1000 градусов. Показана возможность добавлять золу при производстве керамических кирпичей. Использование золошлаковых отходов в различных отраслях строительства даст возможность не накапливать золошлаки на золошлакоотвалах и воздействовать на окружающую среду. Позволит уменьшить использование природных ресурсов.

Литература.

- Зырянов В.В. Зола-уноса – техногенное сырье / В.В. Зырянов, Д.В. Зырянов. М.: ИИЦ «Маска», 2009. 319 с.
- Федеральный справочник, том 27, VI. Энергоэффективность и развитие энергетики, государственное регулирование использования отходов угольных тепловых электростанций России, первый заместитель председателя комитета государственной думы по энергетике Ю.А. Липатов.
- С.И. Кожемяко, Д.В. Бондарь, В.Р. Шевцов / Стратегия повторного возобновления ресурсов из золошлаковых отходов ТЭС генерирующих предприятий входящих в состав «Сибирской Энергетической Ассоциации». СЭА, Новосибирск, 2009.
- Мальчик А.Г., Литовкин С.В., Родионов П.В. Исследование технологии переработки золошлаковых отходов тэс при производстве строительных материалов //Современные наукоемкие технологии. – 2016. – №. 3-1. – С. 60-64.

ИССЛЕДОВАНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ С ЦЕЛЬЮ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ШУМОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Е.А. Дрофа, к.т.н, доц., Е.Ю. Липилина, к.п.н., доц.

Технологический институт сервиса (филиал) ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» в г. Ставрополе Ставропольского края

355000, г. Ставрополь пр. Кулакова 41/1, тел. (8652)-39-69-96

E-mail: lipilina07@mail.ru

Аннотация: Статья посвящена обоснованию выбора рационального пакета материалов, имеющего наибольшие шумозащитные свойства при проектировании специальной одежды для нефтега-

зовой промышленности. Проведены исследования по оценке факторов, оказывающих наиболее существенное влияние на шумозащитные свойства одежды. Сделаны выводы о возможности использования разработанной методики исследования шумозащитных свойств материалов при выборе рациональных пакетов материалов для изготовления специальной одежды с высокими шумозащитными свойствами.

Abstract: The article is devoted to the motivation of a rational package materials' choice that has the most noise-protective properties at production of special clothing for oil and gas industry. Researches on factors assessment that have the most significant influence on the sound insulating properties of clothing have been carried out. The conclusions about possibility of using of the developed research methodology on noise-protective properties of materials at a rational package materials' choice for the manufacture of special clothing with high noise insulation properties have been made.

Современная техника развивается в направлении увеличения мощности оборудования, возрастания скоростного режима и, естественно, это ведет к появлению больших динамических нагрузок, что, в свою очередь, определяет интенсивность шума. Борьбе с такими негативными явлениями необходимо уделять особое внимание, так как ослабление шумов в промышленности весьма улучшает условия труда, увеличивает работоспособность, благоприятно сказывается на здоровье людей. Именно поэтому научные исследования в этой области весьма активизировались в последнее время.

К числу основных направлений решения данной проблемы, относятся не только создание техники, работающей с меньшим шумом; изоляция оборудования, создающего повышенный шум, но и разработка средств, защищающих человека от шума. По каждой из выше перечисленных задач проводятся соответствующие исследования, причём по первым двум в больших объёмах и более активно. Мы сосредоточим внимание на третьем направлении. При этом, в качестве примера, исследование проведем применительно к нефтегазовой промышленности, где шумовой фактор, как неблагоприятный, весьма весом [4]. Работающее технологическое оборудование (насосы, компрессоры, электродвигатели) является источником повышенного шума и вибрации, что неблагоприятно воздействует на человека. Борьба с опасными и вредными производственными факторами призвана специальная одежда.

Выбор материала, является одним из важных параметров процесса проектирования специальной одежды. При изучении и анализе качества тканей оцениваемые свойства группируются по определённым признакам, зависящим от поставленных целей и задач.

Исследование в области шумозащиты основано на определении наиболее рационального пакета материалов, имеющего наибольшие шумозащитные свойства [1].

В качестве критерия оптимизации была выбрана конечная мощность звука в дБ при расположении материалов, составляющих пакет, лицом вверх – Y .

Факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на шумозащитные свойства одежды:

X_1 – Поверхностная плотность

X_2 – Толщина пакета материала

X_3 – Частота звука

Данные факторы являются совместимыми и независимыми, что позволяет использовать их для постановки полнофакторного эксперимента 2^3 .

Исходя из технологических возможностей эксперимента варьирование факторов мы производили на двух уровнях: верхнем и нижнем. Число опытов для постановки такого полнофакторного эксперимента [2] определяется из выражения:

$$N = 2^k, \quad (1)$$

где N – число опытов в плане, k – число факторов.

В конкретном случае для одного пакета материалов необходимо провести $N = 2^3$ опытов. В каждом из опытов измерения проводились неоднократно, что позволяет увеличить точность исследования. Определение необходимого числа повторений каждого опыта найдено исходя из результатов проведения предварительной серии опытов (таблица 1) [3, 6]. При этом задаются величины доверительной вероятности (0,95) и требуемого отклонения среднего результата измерений $\bar{y}$ от истинной величины измеряемой величины $\varepsilon(\bar{y})=0,1 \bar{y}$

Таблица 1

Результаты предварительной серии опытов	
№ опыта	Измеренная величина Y, дБ
1	75,3
2	76,5
3	76,5
4	77,2

После математической обработки результатов предварительной серии опытов получены значения, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Этапы расчетов	
Наименование этапа	Результат
Среднее значение $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n y_k$	76,375
Дисперсия результата $S_{(y_k)}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (y_k - \bar{y})^2$	0,623
Средний коэффициент отклонения отдельного результата $S_{(y_k)} = \sqrt{S_{(y_k)}^2}$	0,789
Средний коэффициент отклонения среднего результата $S_{(\bar{y})} = \frac{S_{(y_k)}}{\sqrt{n}}$	0,394
Критерий Стьюдента для уровня значимости $\alpha = 0,95$ и числе степеней свободы $f = n - 1 = 3$ $t_{0,95;3} =$	3,18
Величина доверительной ошибки (абсолютная погрешность) $\varepsilon_{(\bar{y})}$	$3,18 \cdot 0,394 = 1,254$
Относительная ошибка Δ	0,016
Для условия ошибки в 1%: $\varepsilon'_{(\bar{y})} = \frac{\bar{y}}{100} =$	0,763

Расчетное необходимое число повторений каждого опыта для получения достоверного результата эксперимента с уровнем значимости 0,95 равно 7.

Для определения необходимого минимального количества исследуемых пакетов материалов, также воспользуемся результатами обработки предварительной серии опытов из таблицы 1, и формулой для определения числа испытаний:

$$n = \frac{t_{0,95;3}^2 S_{(y_k)}^2}{\varepsilon^2}, \quad (2)$$

где $t_{0,95;3}$ – критерий Стьюдента для уровня значимости 0,95, $S_{(y_k)}^2$ – дисперсия результата, ε – показатель точности результатов измерений.

В конкретном случае при показателе точности результатов измерений $\varepsilon = 5\%$, объем выборки должен составлять $n = \frac{3,18 \cdot 3,18 \cdot 0,623}{0,95 \cdot 95} = 6,98$. Таким образом, следует исследовать минимум 7 пакетов материалов.

На основе анализа проведенного исследования акустических свойств тканей [4,5] и материалов выделены следующие пакеты:

- 1 пакет: Грета+ватин+фланель
- 2 пакет: Грета+вата одежная+ искусственная подкладка
- 3 пакет: Лидер комфорт 250 +шерстон+ фланель
- 4 пакет: :»Coverstat-RW»+ шерстон + фланель
- 5 пакет: Titan regular 190+ шерстон + фланель
- 6 пакет: «Coverstat-RW»253+ антистатическая пропитка +шерстон+фланель

7 пакет: «Coverstat-RW»190 +шерстон+фланель

Для каждого из этих пакетов проведен полный факторный эксперимент, включающий 7 опытов по 7 измерений в каждом.

Уровни варьирования факторов при реализации полнофакторного эксперимента для всех пакетов тканей и материалов представлены в таблице 3.

Таблица 3

Факторы и уровни варьирования

Наименование фактора	Единица измерения	Уровни варьирования			Интервалы варьирования
		нижний	нулевой	верхний	
1	2	3	4	5	6
1 пакет: Грета+ватин+фланель					
Поверхностная плотность X_1	г/м ²	214,0	232,0	250,0	18,0
Толщина пакета X_2 материалов	м	0,00747	0,007845	0,00822	0,000375
Частота звука X_3	Гц	500,0	1750,0	3000,0	1250,0
2 пакет: Грета+вата одежная+ искусственная подкладка					
Поверхностная плотность X_1	г/м ²	214,0	232,0	250,0	18,0
Толщина пакета X_2 материалов	м	0,00827	0,008575	0,00888	0,000305
Частота звука X_3	Гц	500,0	1750,0	3000,0	1250,0
3 пакет: Лидер комфорт 250 +шерстон+ фланель					
Поверхностная плотность X_1	г/м ²	214,0	232,0	250,0	18,0
Толщина пакета X_2 материалов	м	0,00876	0,008785	0,00881	0,000025
Частота звука X_3	Гц	500,0	1750,0	3000,0	1250,0
4 пакет: : «Coverstat-RW»+шерстон+фланель					
1	2	3	4	5	6
Поверхностная плотность X_1	г/м ²	190,0	221,5	253,0	31,5
Толщина пакета X_2 материалов	м	0,00869	0,00874	0,00879	0,00005
Частота звука X_3	Гц	500,0	1750,0	3000,0	1250,0
5 пакет: Titan regular 190+ шерстон + фланель					
Поверхностная плотность X_1	г/м ²	190,0	200,0	210,0	10,0
Толщина пакета X_2 материалов	м	0,00867	0,00871	0,00874	0,00003
Частота звука X_3	Гц	500,0	1750,0	3000,0	1250,0
6 пакет: «Coverstat-RW»253+ антистатическая пропитка+шерстон+фланель					
Поверхностная плотность X_1	г/м ²	253,0	256,5	260,0	3,5
Толщина пакета X_2 материалов	м	0,0087	0,00883	0,00895	0,00013
Частота звука X_3	Гц	500,0	1750,0	3000,0	1250,0

Наименование фактора	Единица измерения	Уровни варьирования			Интервалы варьирования
		нижний	нулевой	верхний	
1	2	3	4	5	6
7 пакет: «Coverstat-RW»190 +шерстон +фланель					
Поверхностная плотность X ₁	г/м ²	190,0	200,0	210,0	10,0
Толщина пакета X ₂ материалов	м	0,000869	0,00479	0,00871	0,00392
Частота звука X ₃	Гц	500,0	1750,0	3000,0	1250,0

Возможность применения линейного уравнения регрессии для обработки экспериментов подтверждается тем фактом, что для диапазона амплитуд звуковых волн, не приводящих к разрушению защитного устройства, его характеристики (плотность, толщина и т.д.) можно считать независимыми от уровня звука [5, 7]. Таким образом, коэффициент пропускания шума защитным устройством не будет зависеть от амплитуды звуковой волны.

Математические модели исследуемых пакетов тканей и материалов, полученные на основе формул расчета коэффициентов уравнения регрессии, представлены в таблице 4.

Таблица 4

Уравнения регрессии, характеризующие влияние исследуемых факторов на шумозащитные свойства одежды

Номер пакета	Уравнение
1	$\tilde{Y} = 67,25 - 0,675X_1 - 0,1X_2 - 7,966X_3 + 0,475X_1X_2 - 0,025X_1X_3 - 0,05X_2X_3 + 0,125X_1X_2X_3$
2	$\tilde{Y} = 70,0375 + 0,7375X_1 - 0,1285X_2 - 7,3125X_3 - 0,3125X_1X_2 + 0,9375X_1X_3 - 0,1625X_2X_3 - 0,0125X_1X_2X_3$
3	$\tilde{Y} = 67,75 + 0,05X_2 - 9,49X_3 - 0,05X_2X_3$
4	$\tilde{Y} = 66,9625 - 0,7625X_1 - 0,0285X_2 - 9,7125X_3 - 0,1375X_1X_2 - 0,4875X_1X_3 + 0,0125X_2X_3 - 0,0625X_1X_2X_3$
5	$\tilde{Y} = 65,9875 - 0,0125X_1 + 0,0215X_2 - 10,0875X_3 + 0,0875X_1X_2 - 0,0375X_1X_3 + 0,0625X_2X_3 - 0,0375X_1X_2X_3$
6	$\tilde{Y} = 59,45 - 0,35X_1 - 0,1X_2 - 3,45X_3 + 0,25X_1X_3 - 0,25X_2X_3 + 0,25X_1X_2X_3$
7	$\tilde{Y} = 66,9125 - 0,7625X_1 - 0,0125X_2 - 9,7625X_3 - 0,0875X_1X_2 - 0,4875X_1X_3 + 0,0125X_2X_3 - 0,0125X_1X_2X_3$

Для оценки значимости коэффициентов уравнений регрессии рассчитан доверительный интервал, что позволило исключить из модели незначимые коэффициенты. Коэффициенты являются значимыми, если их абсолютные значения соответствуют и удовлетворяют неравенству

$$|b_i| > t\sqrt{S_{(\beta)}^2}, \quad (3)$$

где t - критерий Стьюдента; $S_{(\beta)}^2$ - дисперсия, связанная с ошибками в определении коэффициентов регрессии, значение которой определяется по формуле:

$$S_{(\beta)}^2 = \frac{S_u^2}{Nm}, \quad (4)$$

где S_u^2 - средняя по эксперименту дисперсия воспроизводимости.

Дисперсия воспроизводимости S_u^2 рассчитывается как:

$$S_u^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (Z_{ij} - Y_i)^2}{N(m-1)}, \quad (5)$$

где N - общее число опытов, m - количество наблюдений в одном опыте,

Y_i - среднеарифметическое из m наблюдений в одной точке,

Z_{ij} - результат отдельного j -го наблюдения в i -ом опыте.

Критерий Стьюдента t определяется по величинам степени свободы распределения $n=N(m-1)=48$ и уровню значимости при доверительности 0,95: $t=2,021$.

С учетом количества повторений эксперимента в каждом опыте $m=7$ и результатов исследования определена значимость каждого отдельного коэффициента. В таблице 5 приведены неравенства, выполнение которых гарантирует значимость проверяемых коэффициентов.

Таблица 5

Результаты исследования значимости коэффициентов уравнения регрессии	
Номер пакета	Условие
1	$ b_i > 0,4892$
2	$ b_i > 0,2669$

Таким образом, уравнения регрессии приобретают вид, представленный в таблице 6.

Таблица 6

Математические модели влияния исследуемых факторов
на шумозащитные свойства одежды без учета незначимых коэффициентов

Номер пакета	Уравнение
1	$\tilde{Y} = 67,25 - 0,675X_1 - 7,966X_3$
2	$\tilde{Y} = 70,0375 + 0,7375X_1 - 7,3125X_3 - 0,3125X_1X_2 + 0,9375X_1X_3$

Проверка адекватности полученных моделей выполнялась с использованием F-критерия Фишера. Результаты позволяют сделать выводы, что полученные модели адекватны. Следовательно, уравнения регрессии из таблицы 6 соответствуют реальным процессам.

Графическая интерпретация зависимости по уравнению $\tilde{Y}$ регрессии для трёх переменных рекомендуемого пакета материалов № 6 приведена на рисунке 1.

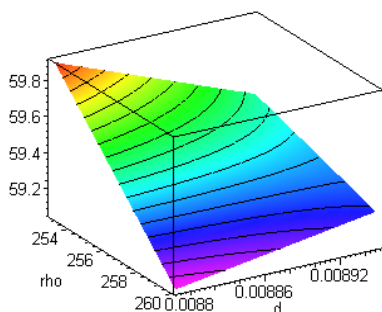


Рис. 1. График зависимости по уравнению регрессии для пакета материалов № 6.

Анализ уравнений регрессии показывает, что наибольшее влияние на шумозащитные свойства одежды оказывает фактор X_3 – частота звука, с увеличением которого критерий оптимизации Y уменьшается. Несколько меньшее влияние на критерий оптимизации оказывает фактор X_1 – поверхностная плотность ткани.

Фактор X_2 – толщина пакета, в меньшей степени влияет на шумозащитные свойства одежды. Однако совместный вклад в исследуемый процесс факторов X_1 , X_2 и X_1 , X_3 заметно уменьшает критерий оптимизации Y .

Полученные математические модели можно использовать для подбора материалов в пакет, обладающий наибольшими шумозащитными свойствами. Для этого изобразим графически значения, принимаемые полученными функциями на одном промежутке, где фактор X_1 изменяется от 190 до 260 с шагом изменения 5, фактор X_2 – от 0,006 до 0,009 с шагом 0,0002, а фактор X_3 – от 500 до 3500 с шагом 200.

Как следует из графика на рисунке 2 наименьшая конечная мощность звука, прошедшая через пакет материалов, наблюдается в опытах с пакетом №6: «Coverstat-RW»253+антистатическая пропитка+шерстон+фланель, в связи с чем он может быть рекомендован в качестве основного при изготовлении шумозащитной специальной одежды для эксплуатации на предприятиях с повышенной

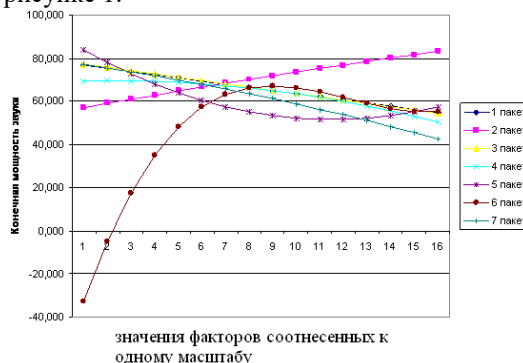


Рис. 2. Графики уравнений регрессии, соотношенные в одном масштабе

шумовой нагрузкой. Разработанная методика исследования шумозащитных свойств материалов позволяет разрабатывать рациональные пакеты для изготовления специальной одежды с высокими шумозащитными свойствами.

Литература.

1. Амирова Э.К. Изготовление специальной и спортивной одежды: Учебник для кадров массовых профессий / Э.К. Амирова, О.В. Саккулина. – М.: Легпромбытиздат, 1985. – 367с.
2. Дрофа Е.А. Методы измерения шумов и вибраций на производстве Дрофа Е.А., Куренова С. // Швейная промышленность. 2004. № 6. С. 34
3. Эксплуатационные свойства материалов для одежды и методы оценки их качества [Текст]: справочник / К.Г. Гущина, С.А. Беляева, Е.Я. Командрикова и др. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 312с.
4. Дрофа Е.А. Исследование и разработка пакетов материалов для шумозащитной одежды специального назначения / Дрофа Е.А. диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса. - Шахты, 2007
5. Устройство для измерения акустических параметров текстильных материалов Дрофа Е.А., Куренова С.В. патент на полезную модель RUS 62251 07.11.2006
6. Липилина Е.Ю. Развитие творческого потенциала будущего инженера-конструктора швейных изделий Липилина Е.Ю. автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Ставропольский государственный университет. Ставрополь, 2011
7. Липилина Е.Ю. Формирование способности к творческой профессиональной деятельности как детерминанта конкурентоспособности инженера-конструктора швейных изделий Липилина Е.Ю., Бегидова С.Н. НаукаПарк. 2014. № 3 (23). С. 12-16

ПОКАЗАТЕЛИ ТОКСИЧНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

*А.С. Мишунина, аспирант каф.ГЭГХ,
Томский политехнический университет
634050, г. Томск пр. Ленина 30, тел. (3822)-12-34-56
E-mail: aleksandramishunina@gmail.ru*

Аннотация:Безотходное производство – новая тенденция в промышленности всего мира. Продукция, получаемая из вторсырья, считается экологичной. Данное направление приветствуется в обществе. Но прежде чем приступить к переработке любой отход проходит оценку на пригодность для дальнейшего использования и токсичность. В зависимости от класса отхода применяется инструментальные методы (химические, физические и физико-химические) или биологические (биоиндикация, биотестирование).

Abstract:Wasteless production is a new trend in the industry of the whole world. Products derived from recyclables are considered environmentally friendly. This direction is becoming popular. Before recycling wastes pass the toxicity assessment. Permission or renouncemen will be issued after verification. Depending on the class of waste, instrumental methods (chemical, physical and physico-chemical), biological methods (bioindication, biotesting) are used.

На территории РФ расположено множество промышленных предприятий. Связано это геологическими особенностями земной коры, с обилием ресурсов, большой территорией, выходом к морю, и другими особенностями местоположения на страны. С экологической точки зрения, чем больше предприятий задействовано на одной территории, тем качественней должна проходить оценка окружающей природной среды. Виды промышленности характерные для РФ – энергетический сектор, горно-рудная и нефтедобывающая промышленность, сельское и рыбное хозяйство; и это только основные. И для каждого вида предприятия неотъемлемой частью являются отходы.

Много работ посвящены в настоящее время безотходному производству [1-4] другая часть по их переработке и вторичному использованию. При безотходном или малоотходном производстве предприятие получает выгоду в отсутствии затрат на вывоз и утилизацию отходов, но дополнительно предприятию приходится закупать дополнительное оборудование и задействовать дополнительные мощности для получения продукции низкого качества. Конечному потребителю также необходимо быть уверенным в качестве предоставляемой продукции, поэтому основными направлениями ресур-