**Международная Объединенная Академия Наук
Межрегиональный Гуманитарно-Технический Университет**

Научные тенденции: Вопросы точных и технических наук

Сборник научных трудов

**по материалам
XX международной научной конференции**

12 декабря 2018 г.

Санкт-Петербург 2018

УДК 501
ББК 30

Н34

Научные тенденции: Вопросы точных и технических наук.
Сборник научных трудов, по материалам XX международной
научно-практической конференции 12 декабря 2018 г. Изд. ЦНК
МОАН, 2018. – 32с.

SPLN 001-000001-0381-TT
DOI 10.18411/spc-12-12-2018
IDSP sciencepublic-12-12-2018

В сборнике научных трудов собраны материалы из
различных областей научных знаний. В данном издании
приведены все материалы, которые были присланы на
XX международную научно-практическую конференцию
Научные тенденции: Вопросы точных и технических наук

Сборник предназначен для научных работников,
преподавателей, аспирантов и студентов.

Все материалы, размещенные в сборнике, опубликованы в
авторском варианте. Редакция не вносила коррективы в научные
статьи. Ответственность за информацию, размещенную в
материалах на всеобщее обозрение, несут их авторы.

Информация об опубликованных статьях будет передана в
систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) и
научометрическую базу SPINDEX

Электронная версия сборника доступна на сайте ЦНК
МОАН. Сайт центра: conf.sciencepublic.ru

УДК 501
ББК 30

SPLN 001-000001-0381-TT

<http://conf.sciencepublic.ru>

Содержание

РАЗДЕЛ I. МАТЕМАТИКА	4
Туйчиев А.М. Приближение функций частными суммами Фурье-Эрмита.....	4
Тухлиев К. Точные константы в неравенствах Джексона для функций из дифференцируемых в смысле Вейля.....	6
Тухлиев К., Туйчиев А.М. О совместном полиномиальном приближение функций и её производных частичными суммами Фурье-Чебышёва.....	8
 РАЗДЕЛ II. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	 10
Галаева Н.В., Киселев СЮ. Особенности производства детской обуви	10
Медведева Л.И., Лескин А.А. Альтернативные виды топлива: достоинства и недостатки.....	12
Приймак С.В, Эдигаров В.Р., Сенькин П.А., Кольб В.В. Экспериментальные исследования многоцелевого транспортного средства с двигателем постоянной мощности	14
Смоленцева Т.Е. Анализ процессов описывающих функционирование систем с определением целевой функции	16
Колесникова О.А., Цалько Т.В., Черемисин А.И. Анализ методик для определения фактического класса условий труда при эксплуатации сетей водоснабжения.....	18
Шепелина П.В. Исследование вариантов модернизации элементов конструкции бульдозерного отвала.....	23
Шепелина П.В. Устройство системы пылеподавления в конструкциях грузоподъемных машин угольных терминалов	27

РАЗДЕЛ I. МАТЕМАТИКА

Туйчиев А.М.

Приближение функций частными суммами Фурье-Эрмита

Худжандского государственного университета имени Б.Гафурова

(Таджикистан, Худжанд)

doi:10.18411/spc-12-12-2018-01

idsp: sciencepublic-12-12-2018-01

Пусть $L_2(\mathbf{R})$, где $\mathbf{R} := \{x: -\infty < x < +\infty\}$ – пространство вещественных измеримых функций, суммируемых в квадрате на всей оси $\mathbf{R}$. Под $L_{2,\rho} := L_{2,\rho}(\mathbf{R})$, где $\rho(x) := e^{-x^2}$ будем понимать множество функций f , для которых $\rho^{1/2}f \in L_2(\mathbf{R})$. Норму в $L_{2,\rho}$ определим равенством $\|f\|_{2,\rho} := \|f\|_{L_{2,\rho}} = \left(\int_{\mathbf{R}} \rho(x) f^2(x) dx \right)^{1/2}$. Обозначим через P_n – подпространство алгебраических полиномов $p_n(x) = \sum_{k=0}^n a_k x^k, a_k \in \mathbf{R}$ степени $\leq n$ и равенством $\varepsilon_n(f)_{2,\rho} := \inf \{ \|f - p_n\|_{2,\rho} : p_n \in P_n \}$ определим величину наилучшего приближения функции $f \in L_{2,\rho}$ элементами p_n из подпространства P_n . Пусть $H_n(x) = \frac{(-1)^n}{\sqrt{n!2^n\sqrt{\pi}}} \cdot e^{x^2} \frac{d^n}{dx^n}(e^{-x^2}), n \in \mathbf{Z}_+$ – ортонормированная система многочленов Эрмита [1, с.114] в пространстве L_2 и частичную сумму ряда Фурье-Эрмита обозначим через

$$S_n(f, x) = \sum_{k=0}^n c_k(f) H_k(x), \quad (1)$$

где $c_k(f) := \int_{\mathbf{R}} \rho(x) f(x) H_k(x) dx$ – коэффициенты Фурье-Эрмита функции $f \in L_{2,\rho}$. Хорошо известно свойство минимальности частичных сумм ряда Фурье-Эрмита, выражающееся в том, что

$$\varepsilon_n(f)_{2,\rho} = \|f - S_n(f)\|_{2,\rho} := \left\{ \sum_{k=n+1}^{\infty} c_k^2(f) \right\}^{1/2}. \quad (2)$$

Используя оператор обобщённого сдвига

$$F_h(f) := F_h f(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{\mathbf{R}} \rho(t) f(x\sqrt{1-h^2} + ht) dt \quad (0 < h < 1),$$

определим величину [2]

$\Omega_m(f; t)_{2,\rho} := \sup \{ \|\Delta_h^m(f; x)\|_{2,\rho} : 0 < h \leq t \}$ – и назовём специальным модулем непрерывности порядка m функции $f \in L_{2,\rho}$. Легко можно вычислить [2], что

$$\Omega_m^2(f; t)_{2,\rho} := \sum_{k=1}^{\infty} (1 - (1 - t^2)^{k/2})^{2m} c_k^2(f). \text{ Пусть } D_\rho := \frac{d^2}{dx^2} - 2x \frac{d}{dx} \text{ – дифференциальный}$$

оператор второго порядка Чебышёва-Эрмита с соответствующим весом $\rho(x) = e^{-x^2}$. Полагая $D_\rho^0 f := f$, $D_\rho^1 f := D_\rho f$ и $D_\rho^r (D_\rho^{r-1} f)$, $r \in \mathbf{N}$. Символом $L_{2,\rho}^{(r)} := L_2^{(r)}(D_\rho)$, $(r \geq 2, r \in \mathbf{N})$ обозначим множество функций $f \in L_{2,\rho}$, которые имеют локально абсолютно непрерывные производные $(2r-1)$ -порядка и для которых $D_\rho^r f \in L_{2,\rho}$. В [2] доказано, что если $f \in L_{2,\rho}^{(r)}$, то для коэффициентов Фурье-Эрмита имеет место формула

$$c_n(f) = (-1)^r (2n)^{-r} c_n(D_\rho^r f), \quad r, n \in \mathbb{N}. \quad (3)$$

Из равенства (1), учитывая формулу (3), в силу линейности оператора D^r запишем $D^r f(x) = \sum_{k=0}^{\infty} c_k(D_\rho^r f) H_k(x) = (-1)^r \sum_{k=1}^{\infty} (2k)^r c_k(f) H_k(x)$, откуда применяя равенство Парсеваля, в силу ортогональности системы $\{H_k(x)\}_{k=0}^{\infty}$ в $L_{2,\rho}$ получаем

$$\|D_\rho^r f\|_{2,\rho}^2 = \sum_{k=1}^{\infty} (2k)^{2r} c_k^2(f). \text{ Заменяя } f \text{ на } D^r f \text{ в равенстве (2) и учитывая (3),}$$

будем иметь $\varepsilon_{n-1}^2(D_\rho^r f)_{2,\rho} = \sum_{k=n}^{\infty} c_k^2(D_\rho^r f) = \sum_{k=n}^{\infty} (2k)^{2r} c_k^2(f)$. Справедлива следующая

Лемма. Для любой $f \in L_{2,\rho}^{(r)}$ имеет место точное неравенство

$$\varepsilon_{n-1}(f)_{2,\rho} \leq (2n)^{-r} \cdot \varepsilon_{n-1}(D^r f)_{2,\rho}.$$

Следствие 1. В условиях леммы имеет место равенство

$$\sup_{f \in L_{2,\rho}^{(r)}} \frac{\varepsilon_{n-1}(f)_{2,\rho}}{\varepsilon_{n-1}(D^r f)_{2,\rho}} = \frac{1}{(2n)^r}.$$

Имеет место следующее утверждение

Теорема. Пусть $k, n \in \mathbb{N}, r \in \mathbb{Z}_+, 0 < p \leq \infty, 0 < h < 1, q(t)$ – неотрицательная измеримая на интервале $(0, h)$ не эквивалентная нулю функция. Тогда справедливо

$$\text{равенство } \sup_{f \in L_{2,\rho}^{(r)}} \frac{(2n)^r \cdot \varepsilon_{n-1}(f)_{2,\rho}}{\left\{ \int_0^h \Omega_m^p(D_\rho^r(f), t)_{2,\rho} \cdot q(t) dt \right\}^{1/p}} = \left\{ \int_0^h (1 - (1-t^2)^{n/2})^{mp} \cdot q(t) dt \right\}^{-1/p}.$$

Из теоремы вытекает ряд следствий.

Следствие 2. Если полагать в условиях теоремы $p = 1/m, m \in \mathbb{N}, q(t) = t$, то

$$\text{получаем } \sup_{f \in L_{2,\rho}^{(r)}} \frac{(2n)^r \cdot \varepsilon_{n-1}(f)_{2,\rho}}{\left(\int_0^h \Omega_m^{1/m}(D_\rho^r f, t)_{2,\rho} \cdot t dt \right)^m} = \left(\frac{h^2}{2} + \frac{1}{n+2} \cdot (1-h^2)^{(n+2)/2} - \frac{1}{n+2} \right)^{-m}, \quad \text{а при}$$

$h = \sqrt{2/(n+2)}$ вытекает следующее равенство

$$\sup_{f \in L_{2,\rho}^{(r)}} \frac{(2n)^r \cdot \varepsilon_{n-1}(f)_{2,\rho}}{\left((n+2) \int_0^{\sqrt{2/(n+2)}} \Omega_m^{1/m}(D_\rho^r f, t)_{2,\rho} \cdot t dt \right)^m} = \left[\left(1 - \frac{2}{n+2} \right)^{(n+2)/2} \right]^{-m} \rightarrow e^m, \quad n \rightarrow \infty.$$

Следствие 3. Если в утверждении теоремы полагать

$$q(t) := nt(1-t^2)^{\frac{n}{2}-1}, \quad n \in \mathbb{N}, \text{ то получим}$$

$$\sup_{f \in L_{2,\rho}^{(r)}} \frac{(2n)^r \cdot \varepsilon_{n-1}(f)_{2,\rho}}{\left(n \int_0^h \Omega_m^p(D_\rho^r f, t)_{2,\rho} \cdot t(1-t^2)^{\frac{n}{2}-1} dt \right)^{1/p}} = \left\{ \frac{mp+1}{[1 - (1-h^2)^{n/2}]^{mp+1}} \right\}^{1/p}.$$

Аналогичная задача для рядов Фурье-Бесселя была исследована в [3].

1. Сегё Г. Ортогональные многочлены. - М.: Физматгиз, 1962.-500с.
2. Абилов В.А., Абилова Ф.В. Некоторые вопросы приближения функций суммами Фурье-Эрмита в пространствах //Изв.вузов. Математика, 2006,1(504), С.3-12.
3. Тухлиев К. Среднеквадратическое приближение функций рядами Фурье- Бесселя и значения поперечников некоторых функциональных классов // Чебышевский сборник. 2016. Т.17, №4. С. 141-156.

Тухлиев К.

Точные константы в неравенствах Джексона для функций из дифференцируемых в смысле Вейля*Худжандского государственного университета имени Б.Гафурова
(Таджикистан, Худжанд)*

doi:10.18411/spc-12-12-2018-02

idsp: sciencepublic-12-12-2018-02

Пусть $\mathbb{N}$, $\mathbb{Z}_+ \equiv \mathbb{N} \cup \{0\}$, $\mathbb{R}_+ := (0, +\infty)$ – множества соответственно всех натуральных, целых неотрицательных, положительно действительных чисел. $L_2 \equiv L_2[0, 2\pi]$ – пространство измеримых по Лебегу 2π -периодических функций, у

которых норма
$$\|f\|_{L_2} := \left(\frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} |f(x)|^2 dx \right)^{1/2} < \infty.$$

В последнее время при решении экстремальных задач теории аппроксимации функций часто используют модуля непрерывности, определяемых с помощью оператором Стеклова (см., напр. [1])
$$S_h(f, x) = \frac{1}{2h} \int_{-h}^h f(x+t) dt, h > 0.$$

Полагаем, что $S_{h,i}(f) \stackrel{\text{def}}{=} S_h(S_{h,i-1}(f))$, где $i \in \mathbb{N}$ и $S_{h,0}(f) \equiv f$. Обозначив через I – единичный оператор в L_2 , определим конечные разности первого и высших порядков:
$$\Delta_h^m(f, x) = \sum_{i=0}^m (-1)^{m-i} \binom{m}{i} S_{h,i}(f, x), \quad m = 2, 3, 4, \dots$$

Введём следующую характеристику гладкости функции $f \in L_2$

$$\Omega_m(f, t) \stackrel{\text{def}}{=} \sup \{ \|\Delta_h^m(f)\| : 0 < h \leq t \},$$

которую назовём *обобщённым модулем непрерывности m -го порядка*.

Полученные в этой работе результаты связаны с определением дробной производной в смысле Вейля [2]. Рассмотрим для функции $f \in L_2$ с рядом Фурье

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k(f) \cos kx + b_k(f) \sin kx),$$

производную порядка $\alpha \geq 0$ в смысле Вейля, определённую равенством

$$f^{(\alpha)}(x) = \sum_{k=1}^{\infty} k^{\alpha} \left\{ a_k \cos \left(kx + \frac{\alpha\pi}{2} \right) + b_k \sin \left(kx + \frac{\alpha\pi}{2} \right) \right\}.$$

Через $L_2^{(\alpha)}$ ($\alpha \geq 0, L_2^{(0)} \equiv L_2$) обозначим множество функций $f \in L_2$, у которых существует производная в смысле Вейля $f^{(\alpha)} \in L_2$ ($\alpha \geq 0$). Если $s_{n-1}(f^{(\alpha)}, x)$ ($\alpha \geq 0$) – частичная сумма порядка $n-1$ ряда Фурье функции $f^{(\alpha)}$, то легко доказать, что наилучшее приближение функции $f^{(\alpha)} \in L_2$ тригонометрическими полиномами T_{n-1} степени не выше $n-1$ имеет вид

$$E_{n-1}(f^{(\alpha)}) = \inf \left\{ \|f^{(\alpha)} - T_{n-1}\| : T_{n-1} \in \mathfrak{T}_{2n-1} \right\} = \\ = \|f^{(\alpha)} - s_{n-1}(f^{(\alpha)})\| = \left(\sum_{k=n}^{\infty} k^{2\alpha} \rho_k^2(f) \right)^{1/2},$$

где $\rho_k^2(f) = a_k^2(f) + b_k^2(f)$, $k \in \mathbb{N}$, $a_k(f), b_k(f)$ — косинус- и синус-коэффициенты функции f . Всюду, далее полагаем $\text{sinc } t := \begin{cases} \frac{\sin t}{t}, & \text{если } t \neq 0; \\ 1, & \text{если } t = 0 \end{cases}$.

Вводим в рассмотрение экстремальную характеристику

$$\chi_{n,\alpha,p}(\Omega_m, q, h) = \sup_{\substack{f \in L_2^{(\alpha)} \\ f \neq \text{const}}} \frac{E_{n-1}(f)}{\left(\int_0^h \Omega_m^p(f^{(\alpha)}, t) q(t) dt \right)^{1/p}},$$

где $m, n \in \mathbb{N}$, $\alpha \geq 0$, $p \in \mathbb{R}_+$, $0 < h \leq \pi n$, $q \geq 0$ — весовая функция на отрезке $[0, h]$.

В работе [3] доказана следующее общее утверждение.

Теорема А. Пусть $m \in \mathbb{N}, \alpha \geq 0, 0 < p \leq 2$, $0 < h \leq \pi n$, $n \in \mathbb{N}$ q — весовая функция на отрезке $[0, h]$. Тогда справедливы неравенства

$$\{A_{n,m,\alpha,p}(q, h)\}^{-1} \leq \chi_{n,\alpha,p}(\Omega_m, q, h) \leq \left\{ \inf_{n \leq k < \infty} A_{k,m,\alpha,p}(q, h) \right\}^{-1}, \quad (1)$$

$$\text{где } A_{k,m,\alpha,p}(q, h) = \left(k^{\alpha p} \int_0^h (1 - \text{sinc } kt)^{mp} q(t) dt \right)^{1/p}, \quad k \geq n.$$

В связи с утверждением теоремы А возникает естественный вопрос: выяснить условия, при выполнении которых будет иметь место соотношение

$$\inf_{n \leq k < \infty} A_{k,m,\alpha,p}(q, h) = A_{n,m,\alpha,p}(q, h), \quad (2)$$

равносильное задаче о точности двустороннего неравенства (1). На этот вопрос ответ даёт следующие утверждение.

Теорема. Пусть q — весовая функция на отрезке $[0, h]$ ($0 < h \leq \pi n$, $n \in \mathbb{N}$) является дифференцируемой. Если при некотором $\alpha \in \mathbb{R}_+$, $\alpha \geq 1$, $1/\alpha \leq p \leq 2$ и любых $t \in (0, h)$ выполнено дифференциальное неравенство

$$(\alpha p - 1)q(t) - tq'(t) \geq 0,$$

то справедливо соотношение (2) и, следовательно,

$$\chi_{n,\alpha,p}(\Omega_m, q, h) = \frac{1}{n^\alpha} \left(\int_0^h (1 - \text{sinc } nt)^{mp} q(t) dt \right)^{-1/p}.$$

1. Тухлиев К. Наилучшие приближения и поперечники некоторых классов сверток в // Труды Института математики и механики УрО РАН. 2016. Т.22, №4. С. 284-294.
2. Weyl H. Bemerkungen zum Begriff der differentialquotienten gebrochener Ordnung // Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zurich. 1917. V.62. P. 296-302.
3. Тухлиев К. Структурные характеристики функций из и точные значения поперечников некоторых классов функций // Изв. АН РТ. Отд. физ.-мат., хим., геол. и техн. н. 2015. 1(158). С. 7-19.

Тухлиев К., Туйчиев А.М.

**О совместном полиномиальном приближение функций и её производных
частичными суммами Фурье-Чебышёва***Худжандского государственного университета имени Б.Гафурова
(Таджикистан, Худжанд)*

doi:10.18411/spc-12-12-2018-03

ids: sciencepublic-12-12-2018-03

Пусть N, R_+, R - множества соответственно натуральных, положительно действительных и действительных чисел. В этой работе получены точные неравенства типа Колмогорова [1] для наилучшего приближения действительных измеримых на отрезке $[-1,1]$ функций f с весом $\mu(x) := 1/\sqrt{1-x^2}$ элементами подпространства P_{n-1} (алгебраических многочленов степени $\leq n-1$) в гильбертовом пространстве

$$L_{2,\mu}[-1,1] := L_2((\sqrt{1-x^2})^{-1}; [-1,1]) \text{ с конечной нормой } \|f\| = \left(\int_{-1}^1 \frac{f^2(x)}{\sqrt{1-x^2}} dx \right)^{1/2}.$$

Пусть $T_0(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}}$, $T_k(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cos(k \arccos x)$, $k = 1, 2, \dots$ – ортонормированная система многочленов Чебышёва первого рода в пространстве $L_{2,\mu}[-1,1]$, а

$D = (1-x^2) \frac{d^2}{dx^2} - x \frac{d}{dx}$ – дифференциальный оператор второго порядка. Операторы

высших порядков определим последовательно, полагая $D^r f = D(D^{r-1} f)$, $(r = 2, 3, \dots)$.

Известно [2, с.54], что многочлены Чебышёва удовлетворяют дифференциальному уравнению $(1-x^2)T_k''(x) - xT_k'(x) + k^2 T_k(x) = 0$, отсюда сразу следуют равенства $DT_k(x) = -k^2 T_k(x), \dots, L$

Положим $L_{2,\mu}^{(0)}[-1,1] = L_{2,\mu}[-1,1]$. Для $r \in N$ обозначим через $L_{2,\mu}^{(2r)}[-1,1]$ – множество функций $f \in L_{2,\mu}[-1,1]$, у которых производная $D^r f$ принадлежит пространству $L_{2,\mu}[-1,1]$. Пусть $\varepsilon_{n-1}(f)_{2,\mu} = \inf \{\|f - p_{n-1}\|_{2,\mu} : p_{n-1} \in P_{n-1}\}$ – наилучшее приближение функции $f \in L_{2,\mu}$ элементами подпространства P_{n-1} . В [2, с. 26] доказано,

что среди всех элементов $p_n \in P_{n-1}$ частичная сумма $S_{n-1}(f, x) = \sum_{k=0}^{n-1} c_k(f) T_k(x)$ ряда Фурье-Чебышёва доставляет минимум величине $\varepsilon_{n-1}(f)_{2,\mu}$. При этом

$$\varepsilon_{n-1}(f)_{2,\mu} = \|f - S_{n-1}(f)\|_{2,\mu} = \left(\sum_{k=n}^{\infty} c_k^2(f) \right)^{1/2}.$$

При решении экстремальных задач теории приближений важную роль играют неравенства между нормами последовательных производных функций или неравенства типа Колмогорова [1] в различных банаховых пространствах. Если $S = R$ или $S = R_+$, то неравенство Колмогорова имеет вид

$$\|f^{(s)}\|_{L_p(S)} \leq M \|f\|_{L_q(S)}^\alpha \cdot \|f^{(r)}\|_{L_\gamma(S)}^\beta, \text{ где } \alpha = (r-s-1/\gamma+1/p)/(r-1/\gamma+1/q), \beta = 1-\alpha.$$

Отметим, что в работе В.В.Арестова [3] приведён обстоятельный обзор всех результатов неравенства вида Колмогорова, где получены наилучшие константы в неравенствах типа Колмогорова и указывается их связь с известной задачи Стечкина о наилучшем приближении неограниченных операторов ограниченными. Поскольку для функции $f \in L_{2,\mu}^{(2r)}$ её промежуточные производные $D^s f$, $s = 1, 2, \dots, r-1$ принадлежат

пространству $L_{2,\mu}$, то представляет интерес изучение поведения наилучших приближений $\varepsilon_{n-1}(D^s f)$, $s=1,2,\dots,r-1$ на классе $L_{2,\mu}^{(2r)}$. В [4] доказано, что при любых $n, r, s \in \mathbb{N}(n > r \geq s \geq 1)$ и для произвольной функции $f \in L_{2,\mu}^{(2r)}$ справедливо точное на $L_{2,\mu}[-1,1]$ неравенство типа Колмогорова

$$\varepsilon_{n-1}(D^s f)_{2,\mu} \leq (\varepsilon_{n-1}(D^r f)_{2,\mu})^{s/r} (\varepsilon_{n-1}(f)_{2,\mu})^{1-s/r}, \quad (1)$$

которое обращается в равенство для $f_0(x) = T_n(x) \in L_{2,\mu}^{(2r)}[-1,1]$.

Через $W^{(2r)}L_{2,\mu} := W^{(2r)}L_{2,\mu}[-1,1]$ обозначим класс функций $f \in L_{2,\mu}^{(2r)}[-1,1]$, у которых $\|D^r f\|_{2,\mu} \leq 1$. Положим $\varepsilon_{n-1}(W^{(2r)}L_{2,\mu})_{2,\mu} = \sup\{\varepsilon_{n-1}(f)_{2,\mu} : f \in W^{(2r)}L_{2,\mu}\}$.

Имеет место следующая

Лемма. Справедливо равенство $\varepsilon_{n-1}(W^{(2r)}L_{2,\mu})_{2,\mu} = n^{-2r}$.

Задача совместной наилучшей полиномиальной приближении функции f и её последовательных производных $D^s f (s=1,2,\dots,r-1)$ формулируется в следующей постановке: для натуральных чисел n, r, s , удовлетворяющих условию $n > r \geq s \geq 1$ требуется найти точное значение величины

$$\sup\{\varepsilon_{n-1}(D^s f)_{2,\mu} : f \in W^{(2r)}L_{2,\mu}\}. \quad (2)$$

Решение задачи (2) находим как следствие более общей задачи отыскания точной константы в неравенстве типа Колмогорова (1) в пространстве $L_{2,\mu}[-1,1]$.

Имеет место следующая

Теорема. При любых n, r, s для которых $n > r \geq s \geq 1$ имеет место равенство $\sup\{\varepsilon_{n-1}(D^s f)_{2,\mu} : f \in W^{(2r)}L_{2,\mu}\} = n^{2(s-r)}$.

1. Бабенко В.Ф., Корнейчук Н.П., Кафанов В.А., Пичугов С.А. Неравенства для производных и их приложения. – Киев: Наукова думка, 2003, 590 с.
2. Суетин П.К. Классические ортогональные многочлены. – М.: Наука, 1979, 416 с.
3. Арестов В.В. Приближение неограниченных операторов ограниченными и родственные экстремальные задачи // Успехи мат. наук. 1996. Т.51. Вып. 6(312). С.89-124.
4. Шабозов М.Ш., Тухлиев К. Неравенства Джексона-Стечкина с обобщёнными модулями непрерывности и поперечники некоторых классов функций // Труды института математики и механики УрО РАН, 2015, Т.21, №4, С. 292-308.

РАЗДЕЛ II. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Галаева Н.В., Киселев С.Ю.

Особенности производства детской обуви

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина»

(Россия, Москва)

doi:10.18411/spc-12-12-2018-04

idsp: sciencepublic-12-12-2018-04

В проведенных ранее исследованиях выяснили и сделали вывод, что при покупке детской обуви потребители вне зависимости от пола и возраста делают акцент на соотношение «цена-качество», выбирая комфортную и качественную обувь. Далее рассмотрим подробнее места покупки и производителей обуви, сравним их размерные ассортименты и удовлетворенность ими потребителей.

Рисунок 1. Популярные места покупки обуви для девочек

Рисунок 2. Популярные места покупки обуви для мальчиков

Рисунок 3. Производители, пользующиеся наиболее высоким спросом среди покупателей

Как видно из рисунков 1 и 2 большинство опрошенных, независимо от возраста их детей и пола, предпочитают покупать детскую обувь в сетевых магазинах детских товаров, фирменных магазинах и в обувных магазинах с ассортиментом взрослой и детской обуви – это связано с удобным расположением торговых точек и широким ассортиментом товара.

На данный момент наибольшей популярностью пользуется торговая марка «Котофей», так посчитали 36% респондентов, второе место занимает «Капика» - 19, за ней следует «Рикоста», набравшая 15% голосов.

Каждый производитель, стремясь уравновесить спрос и предложение, годами вырабатывает наиболее оптимальный ассортимент.

Многие обувные фирмы, руководствуясь направлениями моды, выпускают обувь без учёта размерно-полнотных шкал для различных возрастных групп. Это приводит к затруднениям, при выборе детской обуви, так как во многих случаях она не соответствует размеру и полноте стопы ребенка, определенной возрастной группы. По этой причине у большинства производителей обуви товарные остатки значительно превышают ожидаемые.

По результатам анкетирования были выбраны самые популярные производители детской обуви.

У производителей пересекаются размеры ясельной и младшей групп. Производители также зачастую объединяют младшую и дошкольную группы.

Обувь для мальчиков и девочек практически все из перечисленных производителей выпускают в одинаковых размерах, в то время как размерная сетка для ясельного возраста существенно различается.

«Котофей» выпускает наибольшее количество ботинок для ясельного возраста, «Капика» производит большее количество ботинок для детей младшего возраста.

По количеству моделей и размерам выпускаемой обуви «Юничел» ориентирован на производство обуви для школьников и подростков, нежели для детей младшего возраста. В то время как «Детский Скороступ» производит больше обуви для детей ясельного возраста. «Темпо Кидс» и «Котофей» ориентируются на производство обуви, как для самого младшего возраста, так и для школьного.

1. Рыков Станислав Павлович, Галаева Надежда Вячеславовна, Паламарчук Елена Сергеевна. Анализ особенностей потребления детской обуви: материалы 69-ой внутривузовской научной студенческой конференции. Москва, 2017.Т.1. С.17-18.
2. Княгичева Надежда Вячеславовна, Киселев Сергей Юрьевич. Изучение потребительских предпочтений при покупке обуви для детей: материалы докладов международной научно-технической конференции «Новое в технике и технологии в текстильной и легкой промышленности». Витебск, 2015 С. 158-160.

Медведева Л.И., Лескин А.А.

Альтернативные виды топлива: достоинства и недостаткиВПИ (филиал) ВолгГТУ
(Россия, Волжский)

doi:10.18411/spc-12-12-2018-05

idsp: sciencepublic-12-12-2018-05

Аннотация

Одним из путей экологизации автомобильного транспорта является перевод его на альтернативные виды топлива. Под собирательным термином «альтернативные топлива» понимаются, в принципе, все вещества, способные гореть, которые с большим или меньшим успехом могут быть использованы вместо классических топлив из нефти и углей в двигателях внутреннего сгорания или в энергетических установках. Первоначально основным назначением альтернативных топлив считалась замена ими топлив из традиционного нефтяного сырья, ресурсы которого ограничены.

Ключевые слова: водород, спирт, электромобиль, метан, биодизель

Abstract

One way of greening road transport is to convert it to alternative fuels. The collective term "alternative fuels" means, in principle, all substances capable of burning, which with greater or lesser success can be used instead of classical fuels from oil and coal in internal combustion engines or in power plants. Initially, the main purpose of alternative fuels was considered to be their replacement of fuels from traditional petroleum raw materials, whose resources are limited.

Keywords: hydrogen, alcohol, electric car, methane, biodiesel

На сегодняшний день, наверное, все автомобилисты слышали, что крупнейшие автомобильные производители развивают технологии использования машин на водородном топливе. Производители разошлись во мнении замены традиционного двигателя внутреннего сгорания на электромотор. Дело в том, что водород как топливо можно использовать и для двигателей внутреннего сгорания, и для создания электричества и накопления его в аккумуляторных батареях, которые потом будут питать электродвигатель автомобиля. Запас хода такого водородного серийного автомобиля составляет до 400 километров.

К преимуществам водородных топливных элементов, конечно, следует отнести экологически безопасный выхлоп автомобиля. При химической реакции окисления водорода, помимо мощной энергии, выделяются пары воды. Они абсолютно безвредны. Так можно снизить по всему миру выброс вредных веществ в атмосферу.

Недостатки у технологии водородных топливных элементов, тоже есть. Это потребность в больших и тяжелых аккумуляторных батареях, дороговизна замены водородных топливных элементов, отсутствие эффективной технологии хранения сжиженного водорода в автомобиле.

К идее использования спиртов в качестве автомобильного топлива неоднократно обращались специалисты и ученые на протяжении всего пути развития двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и автомобильной техники. Так, еще в 1902 г. на интернациональном конкурсе в Париже демонстрировалось более 70 карбюраторных двигателей, работающих на этиловом спирте и его смесях с нефтяным бензином.

В середине 80-х годов прошлого столетия в нашей стране были проведены широкомасштабные испытания (включая эксплуатационные) автобензином с добавкой 5 и 15% метанола. Для исключения расслоения спирто-бензиновой смеси с 15% метанола в ее состав был введен стабилизатор — изобутиловый спирт, в концентрации

7%. Бензины маркировались как БМ-76/5 и БМ-76/15 (бензин, метанолсодержащий). В целом положительные результаты испытаний указали на необходимость разработки более дешевого и обеспеченного ресурсами стабилизатора, а также на необходимость замены ряда деталей и узлов из резины и пластмассы в системе питания автомобилей, средств транспортирования и заправки, на более стойкие в условиях контакта со спиртобензиновыми смесями.

К сожалению, межведомственная неразбериха тех лет и последующий экономический кризис 90-х годов не позволили реализовать результаты многолетних испытаний для развития в нашей стране столь перспективного направления топливной энергетики.

Свойства этилового и метилового спиртов, которые позволяют им на равных конкурировать с нефтяными автомобильными топливами, повысить степень сжатия бензинового двигателя до 12-14 единиц, увеличить мощность и КПД двигателя, детонационная стойкость, теплота сгорания и теплота испарения. Объемная и массовая энергоемкость (теплота сгорания) спиртов на 40-50% ниже по сравнению с бензином. А высокое значение теплоты испарения спирта способствует улучшению наполнения цилиндров двигателя, снижению их теплонапряженности и повышению полноты сгорания спиртовоздушной смеси. Все это, в результате, способствует росту мощности двигателя на 10-15 %.

Однако, спирты и их смеси с бензином характеризуются повышенной агрессивностью по отношению к цветным металлам, пластмассам и некоторым маркам резин, стойким при контакте с нефтяными бензинами. Главным эксплуатационным недостатком спиртобензиновых смесей является их повышенная склонность к расслоению при попадании в смеси воды, что заставляет использовать в их составе специальные стабилизаторы (сложные спирты, сивушные масла и т.п.).

Источники углеводородного сырья, используемого в двигателях внутреннего сгорания, с течением времени иссякают. Само сырье и, как следствие, продукты его переработки, постоянно дорожают. Все это принуждает инженеров-конструкторов вести поиски нового источника энергии для автомобилей. Одним из самых перспективных признано **электричество**, особенности использования которого изложены в таблице 1.

Таблица 1.

Достоинства	Недостатки
Экологичность	Инфраструктура
Конструкция	Стоимость электрокара
Безопасность	Запас хода
Дешевизна езды	Ёмкость батареи
Тихая езда	Продолжительность зарядки
Простая зарядка	
КПД электродвигателей	

Таблица 2.

Достоинства	Недостатки
Выгодно	Транспортировка
Экологично	Характеристики
Практично	Недостаточно Заправок
Безопасно	Не безопасно
	Периодическая проверка баков

Еще один вид альтернативного топлива – **метан** – основной компонент природного газа. Его используют в качестве моторного топлива в сжатом виде. Заправляться природным газом начали еще в Советском Союзе. В это же время было

построено большинство существующих сегодня газовых заправочных станций. Однако в период перестройки развивать применение перспективного топлива прекратили. Сегодня о метане, как о лучшей альтернативе бензину и дизельному топливу заговорили вновь (таблица 2).

Таким образом, альтернативные виды топлива – это не только та экзотика, которая позволяет улучшить экологию или продемонстрировать новые направления в энергетике. Все рекомендации по внедрению альтернативных источников энергии основываются сугубо на экономической целесообразности. Не стоит забывать, что темпы внедрения экологических технологий на транспорте во многом обуславливаются политикой государства и являются показателем высокой технической и экологической культуры нации.

1. Кириллов Н.Г. Сжиженный природный газ – универсальный энергоноситель XXI века: новые технологии производства. //Индустрия, №3 (29), 2002. – стр. 113- 118.
2. Ягафарова Г.Г., Насырова Л.А., Шаимова А.М., Фасхутдинов Р.Р. Альтернативные источники топлива – перспективный способ энергосбережения//Нефтегазовое дело. – 2006. - № 6. [электронный ресурс].
3. <http://bib.convdocs.org/> Статья «Альтернативные виды топлива».

Приймак С.В., Эдигаров В.Р., Сенькин П.А., Кольб В.В.

Экспериментальные исследования многоцелевого транспортного средства с двигателем постоянной мощности

*Омский автобронетанковый инженерный
(Россия, Омск)*

doi:10.18411/spc-12-12-2018-06

idsp: sciencepublic-12-12-2018-06

Повышение подвижности многоцелевого транспортного средства (МТС) обычно связывается с увеличением его удельной мощности и требует либо создания нового двигателя, либо форсирование существующего. Применение двигателя повышенной мощности приводит к увеличению габаритов и массы МТС и, следовательно, усложняет задачу создания МТС с заданными показателями по габаритам и массе [1].

Между тем с увеличением удельной мощности МТС коэффициент использования мощности двигателя в реальных условиях эксплуатации снижается, а максимальная мощность реализуется редко [1,2]. Поэтому одним из направлений повышения подвижности МТС может быть увеличение коэффициента приспособляемости двигателя K_{Π} , вплоть до получения постоянства мощности во всем скоростном диапазоне.

Предполагается, что повышение K_{Π} осуществляется без снижения исходной максимальной мощности двигателя.

Проведенные лабораторные испытания поршневого двигателя внутреннего сгорания, по предварительным расчетам и испытания макетного образца МТС с двигателем постоянной мощности (ДПМ) $N_e = 550$ кВт, установленного вместо обычного двигателя (с коэффициентом приспособляемости $K_{\Pi} = 1,15 - 1,2$) показали, что средняя скорость МТС с ДПМ может быть увеличена на 10-13%. Равноценное увеличение подвижности может быть достигнуто повышением мощности обычного серийного двигателя на 20-30%.

Таким образом, при равных показателях подвижности применение ДПМ позволяет создать моторно-трансмиссионное отделение (МТО) в меньших габаритах.

Это обстоятельство особенно важно для модернизации серийных МТС, где возможности увеличения габаритов МТО практически отсутствуют.

Идея существенного повышения K_{II} заключается в увеличении цикловой подачи топлива и поддержании необходимого коэффициента избытка воздуха при снижении частоты вращения коленчатого вала n . Увеличение цикловой подачи топлива по требуемому закону в рассматриваемом двигателе достигается применением специального корректирующего устройства. Увеличение цикловых подач воздуха при снижении частоты вращения коленчатого вала может быть достигнуто за счет повышения плотности воздуха и коэффициента наполнения применением газотурбинного наддува (ГТН) [3]. Для данного уровня форсирования эта задача может быть решена совмещением зон максимальных КПД компрессора и турбины, соответствующей максимальному крутящему моменту. Для обеспечения беспомпажной работы компрессора необходимо снизить гидравлическое сопротивление двигателя на этом режиме. Это достигается сочетанием перекрытия клапанов с рациональным объединением выпускных патрубков, при котором благодаря применению импульсного ГТН обеспечивается продувка цилиндров.

Полученные при испытаниях осциллограммы давлений перед впускными и за выпускными клапанами показали, что при $n = 1200$ об/мин во время перекрытия клапанов давление наддува превышает давление за выпускными клапанами – происходит продувка цилиндра. С увеличением n до 2100 об/мин частота импульсов выпускных газов увеличивается; повышение среднего давления в выпускном коллекторе препятствует при этом продувке цилиндров.

Настройка турбокомпрессора на объектовые условия и реализация указанных выше мероприятий обеспечили некоторое повышение плотности воздуха и уменьшение коэффициента остаточных газов при снижении частоты вращения коленчатого вала, что позволило поддерживать коэффициент избытка воздуха на допустимом уровне.

Оценка индикаторных показателей двигателя и температур цилиндро-поршневой группы производилась по результатам лабораторных испытаний одноцилиндровой установки на режимах внешней характеристики ДПМ.

При имитации газотурбинного наддува обеспечивался его основной принцип – равенство энергии, необходимой для сжатия наддувочного воздуха, и располагаемой энергии выпускных газов с учетом КПД турбокомпрессора. В связи с различными механическими КПД одноцилиндровой установки и полноразмерного идентичность нагрузочного режима обеспечивалась соответственно равными цикловыми подачами топлива g_u , что при равных цикловых подачах воздуха приводит к равенству индикаторных КПД η_i . Анализ индикаторных диаграмм показывает, что η_i медленно снижается от 0,46 до 0,44 в диапазоне $n = 2100–1600$ мин⁻¹, а при дальнейшем уменьшении n до 1200 мин⁻¹ резко падает до 0,38 при весьма пологом снижении коэффициента избытка воздуха. Причиной этого является ухудшение качества смесеобразования, поскольку при снижении частоты вращения коленчатого вала падает как давление впрыска топлива $p_{мон}$ (качество распыления), так и скорость движения воздушного заряда. Это подтверждается также характером изменения коэффициента активного тепловыделения.

Другой причиной ухудшения η_i является уменьшение угла начала подачи топлива $\varphi_{НПТ}$. Этот угол при снижении n от 2100 до 1200 мин⁻¹ уменьшается с 34 до 27° поворота коленчатого вала до верхней мертвой точки (ВМТ). Как следует из характеристик впрыска топлива, g_u по мере снижения n увеличивается в 1,7 раза, продолжительность впрыска по углу поворота коленчатого вала изменяется не

значительно ($27,0-28,9^0$), а этот же параметр по времени возрастает с 2,15 до 3,94 м/с, т.е. в 1,83 раза. Таким образом, при практически одинаковой (по углу поворота) продолжительности цикловой подачи угол начала впрыска по мере снижения частоты вращения коленчатого вала уменьшается и, следовательно, все большая доля топлива поступает в цилиндр за ВМТ – η_i снижается. Рассмотренные индикаторные параметры с учетом особенностей воздухообеспечения и топливоподачи ДПМ могут считаться вполне удовлетворенными для двигателя данного уровня форсирования.

Приведенные выше результаты позволили принять решение о разработке макета для оценки влияния дизеля с повышенным коэффициентом приспособляемости на подвижность и топливную экономичность МТС. За основу макетного образца был взят турбопоршневой двигатель типа (В-2), который в свою очередь был перерегулирован до уровня ДМП (с повышенным коэффициентом приспособляемости).

В результате проведенных различных видов испытаний, двигатель с повышенным коэффициентом приспособляемости дает увеличение средней скорости МТС на отдельных участках трассы от 4 до 18%, при этом средняя скорость на трассе может быть увеличена на 11% при 2%-ном снижении километровых расходов топлива.

1. Кригер В.Л. Разработка общих принципов создания двигателей постоянной мощности и реализация их для дизелей типа ЧН 13/14: Автореф. дис. ... канд.техн.наук.- Барнаул,1990.-21 с.
2. Ефремов И.Ф. Метод анализа топливной экономичности поршневых ДВС / И.Ф. Ефремов, Д.Д. Матиевский // Двигателестроение. 1986.- № 7.- С.3-6.
3. Крутов В.И. Автоматическое регулирование и управление двигателями внутреннего сгорания: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Двигатели внутреннего сгорания». - М.: Машиностроение, 1989, с.178-179.

Смоленцева Т.Е.

Анализ процессов описывающих функционирование систем с определением целевой функции

*ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»
(Россия, Липецк)*

doi:10.18411/spc-12-12-2018-07

idsp: sciencepublic-12-12-2018-07

Аннотация

В статье рассмотрен процесс определения целевой функции, с целью формирования уровня предельной напряженности, функционирования систем. Проанализирован процесс формирования нормативных параметров с учетом максимизации функционала. Решена задача по оптимальному распределению задач между элементами организационных систем.

Ключевые слова: напряженность функционирования, целевая функция, организационные сложные системы.

Определение нормативных параметров организационных сложных систем (ОСС), необходимо осуществлять на основе следующих принципов.

1. Целевое планирование функционирования иерархических организационных систем (ИОС) позволяет использовать максимизацию целевой функции при заданных ограничениях.

Если модели не адекватно описывают функционирование ИОС тогда необходимо, определять максимальную напряженность функционирования для элементов, при условии, что эта напряженность будет распределяться равномерно по элементам этой системы.

2. Формирование нормативных параметров системы базируется на основе принципа, позволяющего задать максимальные значения этих параметров для каждого элемента, и в этом случае сотрудникам придется достигать максимальных нормативов.

3. Если сотрудник исследуемой системы понижает уровень показателей в своей работе, тогда сотруднику придется повышать его производительность труда.

4. Иногда сотруднику ИОС в его работе рекомендуют достигать средних значений параметров функционирования этой системы.

Задать целевую функцию для некоторых систем может быть затруднительным из-за большого количества основных параметров функционирования этой системы, которые являются параметрами целевой функции системы [1,3]. В некоторых случаях целевая функция описывается на основе отклонения от нормативных значений параметров функционирования организационных систем, которые целесообразно представлять в виде квадратичной формы (нелинейная задача) [2].

Определение максимума целевой функции может не привести к повышению эффективности функционирования этой системы, так как сама постановка задачи оптимизации для ИОС является сложной задачей.

Такая задача предполагает осуществить равномерное распределение между сотрудниками ИОС: функциональных задач, распределение ресурсов и сырья и т.д.

Для примера рассмотрим оптимизационное распределение функциональных задач сотрудников ИОС. Необходимо произвести распределение функциональных задач по выполнению работ, P_a и P_e между множеством сотрудников M .

Для каждого сотрудника j известна его производительность при выполнении работ P_a и P_e .

Требуется спланировать выполнение работ сотрудниками ИОС в соответствии с их функциональными задачами, что бы количество работ $P_e - y_i$ равнялось бы R , а количество работ для $P_a - x_i$ было бы максимальным. Такая задача решается методом линейного программирования.

$$\sum_{i=1}^N x_i + y_i = \sum_{i=1}^N s_i, \quad x_i, y_i \geq 0, \quad j = 1, \dots, M \quad (1)$$

$$\sum_{i=1} b_i y_i = R \quad (2)$$

$$\sum_{i=1} a_i x_i \rightarrow \max \quad (3)$$

Все сотрудники M ИОС разбиваются на три подмножества M_A (выполняют работу P_a), M_B (выполняют работу P_e) и M_0 (выполняют одновременно работу P_a и P_e) при ограничениях:

$$b_j / a_j \geq b_{j0} / a_{j0}, \quad j \in M_{\hat{A}}, \quad (4)$$

$$b_j / a_j \leq b_{j0} / a_{j0}, \quad j \in M_A, \quad (5)$$

Сотрудники ИОС, выполняющие работы P_a и P_e являются, также, сотрудниками структурных подразделений ИМОС и в этих подразделениях существует эта же задача для того, чтобы более эффективно распределять задачи, P_a и P_e необходимо использовать комплексный подход.

Такие проблемы возникают из-за того, что при анализе функционирования ИОС затруднительно получить полную информацию о ее функционировании. Следовательно, при всеобъемлющем описании процесса функционирования ИОС сотрудники будут иметь точные данные функциональные задачи по выполнению своих работ [2,4].

Методами разверстки при решении этой задачи можно не определить максимум выполнения работы P_a сотрудниками ИОС и тогда главная проблема заключается в

распределении функциональных задач между сотрудниками по выполнению работы P_6 и между этими сотрудниками распределяются ресурсы $S = \sum_{j=1}^M s_j$ (j - каждому сотруднику

в соответствии с функциональными задачами выделяется объем работ $s_j * R / s$).

Оставшиеся ресурсы необходимые для выполнения задач сотрудниками ИОС, распределяются для выполнения работы P_a .

Такой подход возможен только тогда, когда a_j, b_j однообразны, т.е. не изменяются при распределении функциональных задач между сотрудниками организационной системы.

В результате проведенного анализа пришли к выводу, что в случае если задача имеет несколько ограничений по распределению функциональных задач между сотрудниками рассматриваемой системы, тогда необходимо использовать метод балансировки, который осуществляет интегрирование показателей методом разверстки и позволяет более эффективно решать поставленные задачи в организационных системах.

1. Замятина, О.М. Моделирование систем / О.М. Замятина // Издательство ТПУ.–2009.–с. 204.
2. Мендель И.Д. Кластерный анализ / И.Д. Мендель // М.: Финансы и статистика, 1988. – 176 с.
3. Смоленцева Т.Е. Формирование структуры иерархических многоуровневых организационных систем// Сумин В. И., Смоленцева Т.Е./ Информационные технологии.- 2017, Москва. Издательство «Информационные технологии», том №23, №6 стр. 476-480.
4. Сумин В.И. Моделирование обучения с использованием временных рядов наблюдений: монография / В.И. Сумин, Т.Е. Смоленцева // Воронеж: Научная книга, 2014. –104 с.

Колесникова О.А., Цалько Т.В., Черемисин А.И.

Анализ методик для определения фактического класса условий труда при эксплуатации сетей водоснабжения

*Донской государственный технический университет
(Россия, Ростов-на-Дону)*

doi:10.18411/spc-12-12-2018-08

idsp: sciencepublic-12-12-2018-08

Аннотация

В статье представлены методики, используемые для проведения специальной оценки условий труда. Показано, что из-за противоречия в методологических подходах к оценке рисков, изложенных в различных нормативно-правовых документах на этапе идентификации риска из процедуры оценки могут выпадать отдельные вредные производственные факторы. Данное обстоятельство приводит к необоснованному снижению класса труда работника.

Ключевые слова: Система управления охраной труда, опасные и вредные факторы, классы условий труда, специальная оценка условий труда, оценка риска, идентификация опасности.

Технологическими операциями на предприятиях водоснабжения и канализации, при которых необходимо соблюдать правила безопасности считаются:

- обслуживание (ремонт) сетей и сооружений водоснабжения и канализации;
- работа в лаборатории;
- эксплуатация водозаборных сооружений;
- эксплуатация насосных станций;
- эксплуатация очистных сооружений;

- эксплуатация систем обеззараживания вод;
- хранение и транспортировка химических веществ;
- хранение и применение газовых баллонов.

В результате специальной оценки условий труда на МУП «Горводоканал» г. Новочеркаска выявлены специальности, отнесённые к подклассу 3.3:

- слесарь аварийно-восстановительных работ с вибротрамбовочной машиной (профилирующие факторы вредности - шум, тяжесть труда, локальная вибрация);
- кузнец ручнойковки (профилирующие факторы вредности - химический фактор, шум, тяжесть труда, локальная вибрация, микроклимат).

С целью выявления приоритетных направлений профилактической работы службы охраны труда предприятия мы использовали результаты специальной оценки труда и, по её данным провели ранжирование вредностей в МУП «Горводоканал» г. Новочеркаска. (Таблица 1)

Таблица 1

Ранговые места профессиональных вредностей на объекте исследования

№№ п/п	Вредный фактор	Количество профессий (специальностей) с воздействием данного фактора (абсолютное число)	Ранговое место вредного фактора
1	Тяжесть труда	49	1
2	Химический фактор	32	2
3	Шум	30	3
4	Вибрация локальная	7	4
5	Биологический фактор	5	5
6	Микроклимат	2	6
7	Световая среда	1	7

Изучение результатов работы Службы охраны труда предприятия выявили, что у слесарей аварийно-восстановительных работ, занятых ремонтом и обслуживанием канализационных сетей биологический фактор (работа с патогенными микроорганизмами) не оценивался, так как в пункте 29 Методики проведения СОУТ, утвержденной Приказом Минтрудсоцзащиты от 24.01.2014 № 33н данный вид работ отсутствует.

Ранее же, при проведении аттестации рабочих мест, в Методике измерения уровней факторов производственной среды и трудового процесса, которая осуществлялась в соответствии с Руководством Р 2.2.2006-05 "Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда", утвержденным Роспотребнадзором 29.07.2005 указывалось, что при оценке биологического фактора, условия труда отдельных категорий работников относят (без проведения измерений) к определенному классу в соответствии с п. 5.2.3:

«...к классу 3.2 относят условия труда работников, занятых ремонтом и обслуживанием канализационных сетей.».

То есть, фактически, слесари аварийно-восстановительных работ канализации МУП «Горводоканал» г. Новочеркаска продолжают работать с патогенными микроорганизмами, а Методика проведения СОУТ не позволяет провести оценку биологического фактора на их рабочем месте, что в результате привело к снижению итогового класса условий труда их рабочих мест с класса 3.3 до класса 3.1 и приравниванию их к слесарям аварийно-восстановительных работ, занятых ремонтом и обслуживанием водопроводных сетей.

На сегодняшний день, согласно приложению №9 Методики проведения СОУТ класс (подкласс) условий труда по биологическому фактору присваивается в зависимости от группы патогенности организмов.

Рабочее место инженера-химика лаборатории химикобактериологического и технологического контроля, работающего с генно- инженерно-модифицированными организмами III степени потенциальной опасности, согласно имеющейся у организации лицензии было аттестовано по биологическому фактору с классом условий труда - 3.2, тогда как ранее, после проведения аттестации рабочих мест класс условий труда по биологическому фактору был установлен - 3.3, потому что при проведении аттестации рабочих мест биологический фактор оценивался в соответствии с п. 5.2.3 Руководства Р 2.2.2006-05:

«...к классу 3.3 относят условия труда работников, имеющих контакт с возбудителями других инфекционных заболеваний...», то есть независимо от степени их потенциальной опасности.

То есть, в обоих примерах, условия труда работников не изменились, но изменился класс условий труда в сторону его снижения из-за различия в оценке вредных (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса между двумя Методиками.

Используя результаты проведённой на предприятии специальной оценки труда персонала, а также - методику определения дополнительного показателя оценки рисков (индекса вредности), предложенную Ю.А. Булавка проведена оценка рисков для отдельных специальностей предприятия (Таблица 2)

Таблица 2

Риски для здоровья персонала объекта (отдельные специальности)

Специальность	Класс труда по итогам спец. оценки	ИБ, %	Категория профессионального риска для здоровья
1	2	3	4
Оператор иловых площадок	3.2	26,31	Средний (существенный) риск
Оператор на фильтрах	3.2	18,18	Малый (умеренный) риск
Оператор на песколовках	3.2	26,31	Средний (существенный) риск
Электрогазосварщик	3.2	17,64	Малый (умеренный) риск
Машинист насосных установок	3.2	19,23	Средний (существенный) риск
Слесарь-ремонтник	3.2	26,08	Средний (существенный) риск
Оператор хлораторной установки	3.1	3,84	Допустимый (переносимый) риск
Слесарь аварийно-восстановительных работ с вибромашиной	3.3	55,26	Высокий (непереносимый) риск
Кузнец ручнойковки	3.3	68,42	Высокий (непереносимый) риск

Как видно из таблицы 2 у персонала специальностей класса 3.3, имеющего величину *индекса вредности* в интервале от 35 до 79% можно ожидать роста профессионально обусловленной хронической заболеваемости и появления профессиональных заболеваний лёгкой и средней степени тяжести.

У персонала специальностей отнесённых к классу труда 3.2 индекс вредности колебался в интервале от 17,64 до 26,31%, а риск повреждения здоровья также менялся от среднего до малого, заканчивающегося для организма работника проходящими функциональными изменениями в состоянии его гомеостаза.

Хотя по литературным данным даже у работников допустимого (второго) класса труда возможно появление профессионального заболевания, в нашем случае у оператора хлораторной установки (класс труда вредный, 3.1) индекс вредности показал допустимый профессиональный риск без ожидания повреждения здоровью.

В ходе специальной оценки условий труда у 2307 работников предприятия оценивались реальные параметры условий по нескольким составляющим:

- химическому фактору;
- биологическому фактору;
- аэрозолям фиброгенного действия;
- шуму;
- вибрации общей;
- вибрации локальной;
- неионизирующему излучению;
- микроклимату;
- световой среде;
- тяжести и напряжённости труда - всего 6519 обследований.

Ионизирующее излучение, ультразвук и инфразвук, хотя и внесены в ведомость специальной оценки труда но, реально не измерялись и не регистрировались.

Используя формулу Ю. Булавка, рассчитан общий индекс вредности для предприятия:

$$\text{ИВ общ} = \sum \text{ИВ}_i \cdot n_i / N \quad (1)$$

$$\text{ИВ общ} = 10,62 \cdot 6519 / 2307 = 30,01$$

То есть, предприятие МУП «Горводоканал» г. Новочеркаска имея обширный набор технологических задач и соответствующий этим задачам разнородный набор вредных производственных факторов, создаёт для здоровья своих работников средний (существенный) профессиональный риск. Данное обстоятельство может быть причиной роста производственно обусловленной заболеваемости и лёгких форм профессиональных заболеваний у работников.

Применив метод анализа сценариев, был определен уровень профессиональных рисков ряда вышеуказанных специалистов канализационных насосных станций и очистных сооружений. Оценка проводилась по факторам: вероятность контакта с опасностью, частота наступления опасности, последствия контакта для здоровья, число лиц, подвергаемых риску. В качестве экспертов в ходе анализа выступали работники службы охраны труда МУП «Горводоканал» г. Новочеркаска. Каждому из факторов для каждой оцениваемой специальности присваивался весовой коэффициент. Итог (риск-индекс) рассчитывался по формуле как произведения всех коэффициентов:

Риск-индекс = Тяжесть повреждения здоровью • Частота воздействия • Вероятность контакта • Количество пострадавших.

Значение полученного риск-индекса оценивали по шкале [28]:

0-1 - приемлемый риск (не требует никаких действий);

1-5 - очень низкий риск (один год на принятие мер);

5-10 - низкий риск (три месяца на принятие мер);

10-50 - существенный риск (один месяц на принятие мер);

50-100 - высокий риск (неделя на принятие мер);

100-500 - очень высокий риск (меры в тот же день);

500-1000 - экстремальный риск (немедленное принятие мер);

Больше 1000 - абсолютно неприемлемый риск (остановка деятельности).

Сравнительный анализ двух методологических подходов к оценке рисков выявил различия в результатах, характеризующих ситуацию с рисками по рассматриваемым специальностям (Таблица 3).

Таблица 3

Итоги оценки рисков по отдельным специальностям работников

Специальность	Категория профессионального риска	
	Риск-индекс по методу «Анализ сценариев»	Индекс вредности по Ю. Булавка
Оператор на песколовках	Приемлемый	Средний (существенный)
Оператор на фильтрах	Очень низкий	Малый (умеренный)
Электрогазосварщик	Высокий	Малый (умеренный)
Машинист насосных установок	Очень низкий	Средний (существенный)
Слесарь с вибротрамбовочной машиной	Существенный	Высокий (непереносимый)
Кузнец	Существенный	Высокий (непереносимый)

Полученные данные свидетельствуют, что, категории уровней риска, полученные одним способом, у электросварщика и машиниста насосных установок не совпадают с таковыми, полученными другим способом оценки. Если ориентироваться на метод анализа сценариев, то служба охраны труда должна требовать проведения мероприятий по оптимизации ситуации на рабочем месте сварщика в недельный срок. Если брать в расчёт индекс вредности, то такая срочность не требуется. Анализ сценариев у машиниста насосных установок напротив, показал более благополучную обстановку на рабочем месте специалиста, чем в случае с индексом вредности.

Можно предположить, что объективность оценки риска (искомая категория риска) существенно зависит от количества работников оцениваемой специальности (видна прямая зависимость), а также - от квалификации экспертов, устанавливавших весовые коэффициенты для оцениваемых факторов и проводивших интерпретацию результатов по методу анализа сценариев.

Таким образом, из-за противоречий в методологических подходах к оценке рисков, изложенных в различных нормативно-правовых документах, на этапе идентификации риска из процедуры оценки могут выпадать отдельные вредные производственные факторы (в нашем случае это биологический фактор на предприятиях городского водоотведения). Данное обстоятельство приводит к необоснованному снижению класса труда работника, пересмотру его гарантий и компенсаций. Полученная в ходе оценки риска здоровью категория риска зависит от используемого инструмента оценки (методики оценки) и квалификации привлекаемых экспертов. В связи с чем, для повышения объективности полученных результатов, оценку следует проводить одновременно по нескольким методикам.

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в РФ в 2016г: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей, 2017. – 220с.
2. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации водопроводно-канализационного хозяйства: ПОТ РМ – 025 – 2002. М.: Минтруд, 43с.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска.
4. Булавка Ю.А. Комплексный критерий оценки условий труда как элемент прогнозирования состояния здоровья работников при воздействии производственных факторов: Современные методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования факторов окружающей среды / Материалы Международного Форума по экологии человека и гигиене окружающей среды. М: Минздрав, 2016 (1), с. 110.
5. Модели и показатели техносферной безопасности: монография / Есипов Ю.В., Мишенькина Ю.С., Черемисин А.И. М.: ИНФРА-М, 2018. – 154с.
6. Гаенко В.П. Современные методы анализа и оценки безопасности сложных технических систем. СПб.: Изд. НИЦ БТС. 2004. 212 с.

Шепелина П.В.
Исследование вариантов модернизации элементов конструкции
бульдозерного отвала

Российский университет транспорта (МИИТ)
(Россия, Москва)

doi:10.18411/spc-12-12-2018-09

idsp: sciencepublic-12-12-2018-09

Аннотация

Модернизация элементов конструкции бульдозерного отвала рассматривается в сопряжении с различными вариантами объемных ножевых систем. При этом увеличение производительности бульдозера предполагается путем наращивания глубины срезания грунта. Рассмотрены варианты интенсификации процесса разработки грунта предлагаемыми рабочими органами землеройно-транспортных машин.

Ключевые слова: землеройно-транспортные машины; бульдозер; нож; копание; эффективность.

Abstract

Modernization of the elements of the bulldozer blade design is considered in conjunction with various options of volumetric knife systems. Thus increase in productivity of the bulldozer is supposed by increase of depth of cutting of soil. The considered variants of intensification of the process of excavation of the proposed working bodies of earthmoving machinery.

Keywords: earth-moving machines; bulldozer; knife; digging; efficiency.

Повышение производительности землеройно-транспортных машин обусловливается общим распределением усилий, возникающих в процессе разработки грунта. Доказано что, основное сопротивление при копании грунта возникает при отделении грунта от массива ножевой системой рабочих органов землеройно-транспортных машин. Здесь не учитываются случаи перемещения призмы грунта перед отвалом бульдозера и грейдера или заполнения ковша скрепера.

Вид ножевой системы также существенно влияет на совершенствование копания грунта.

Грунт перемещается отвалом путём волочения, что сопровождается его потерями из призмы волочения в боковые валики, а это в свою очередь ограничивает дальность транспортирования. Рентабельная дальность транспортирования грунта прямыми лобовыми (неповоротными) отвалами, как правило, не превышает 80 м. Поэтому с целью повышения эффективности бульдозеры оснащаются полусферическими отвалами, имеющими U-образную конфигурацию в плане. Такие отвалы как правило состоят из трёх секций: средней (лобовой) и двух крайних косо установленных. У полусферических отвалов традиционной конструкции длина средней секции составляет 0,8 от расчётной длины отвала, а угол захвата крайних секций 60–65°.

Однако существенным недостатком отвала такой конфигурации является налипание материала на стыках секций, особенно при разработке пластичных грунтов. Для устранения этого недостатка была предложена конструкция полусферического отвала с дисковыми крайними секциями в виде косо установленных свободно вращающихся дисковых ножей [2].

Основой модернизации инновационных видов ножевых систем исследуемых машин является принцип замены заблокированного резания грунта полусвободным или свободным, так как при этом уменьшается удельная энергоёмкость его разработки.

Такого результата можно достичь за счет разделения сплошного режущего края традиционного ножа на пропорциональные отрезки и путем их сдвига в продольном и вертикальном направлениях относительно движения машины с учетом угловых характеристик.

Актуальность рассматриваемой проблематики возрастает ввиду наличия понимания о интенсификации разработки почвы со снижением удельных энергозатрат в отечественном машиностроении и научных исследованиях землеройно-транспортных машин.

Обзор публикаций показывает, что в настоящее время применяются комбинированные однорядные или двухрядные ножевые системы скреперов и однорядные ножевые системы бульдозеров, где используется выступающий средний нож. Необходимо уделить внимание комбинированным ножевым системам бульдозеров, имеющим несколько выступающих ножей, а также боковые косынки, размещенные в одной плоскости.

В исследовательской литературе отражены разработки, посвященные модернизации конструкции ножевой системы сложного профиля. Такая конструкция включает выступающий средний нож, выступающие ножи и боковые косынки, расположенные в одной плоскости, а также объемные ножевые системы прямоугольного профиля. В настоящее время имеются технико-технологические решения, защищенные авторскими свидетельствами и патентами на изобретения, где производится формирование составляющих элементов ножевой системы в виде выступающих ножей трапецевидной формы и боковых косынок с различными углами наклона к горизонтали.

Использование боковых косынок резко повышает производительность бульдозера, т.к. с их помощью осуществляется сбор и перенаправление грунта в призму перед отвалом с его боковых зон разрушений, автоматически возникающих при работе ножа на критической глубине.

Известны определенные разработки пространственных ножевых систем прямоугольного профиля, где режущие лезвия имеют вертикальный и продольный сдвиг относительно направления рабочего движения. Ножевая система такого рода имеет аналоги в виде блока симметричных ножевых систем. Такие системы предполагают выполнение каждой из объемных ножевых систем с двухрядным размещением выносных ножей с различными углами их наклона к горизонтали. При этом выступающие ножи имеют продольное и вертикальное смещение отдельных режущих лезвий ножей относительно направления движения рабочего органа, выполненных на базе бульдозерного отвала. У каждого из ножей имеются боковые косынки, а поверхность грунта после прохода объемной ножевой системой будет иметь рельефный или плоский профиль.

Рассмотрим объемную ножевую систему бульдозера на примере схематических конструктивных вариантов групп объемных ножевых систем с выносными ножами и боковыми косынками.

Для выявления рациональных конструктивных решений и их сравнительного анализа приведем три варианта расчетных схем пространственного размещения элементов ножевых систем, адаптированные к требованиям математического и физического моделирования.

В первом варианте на рис. 1 режущие кромки ножевой системы размещены в одной горизонтальной плоскости с продольным смещением на величину x , которая будет определяться переходом блокированного копания грунта в полусвободное или свободное.

Рисунок 1. Первый вариант схемы относительного пространственного размещения объемной ножевой системы:

1 - передний ряд ножей; 2 - задний ряд ножей; x , y - продольное и вертикальное смещения режущих краев; α , β - углы наклона к горизонтали плоскости соответственно передних и задних ножей; z - высота ножевой системы.

Вторая группа (рис. 2) предусматривает размещение режущих кромок с продольным смещением передних и задних ножей на величину x и вертикальным смещением на величину β . Непосредственно величина x может определяться аналогично первой группе. Режущие края передних ножей размещены выше задних. Величина β может быть определена критической глубиной копания соответственно для передних и задних ножей.

Рисунок 2. Второй вариант схемы относительного пространственного размещения объемной ножевой системы.

Третья группа (рис. 3) также предусматривает размещение режущих кромок объемных ножевых систем в разных горизонтальных плоскостях и с продольным смещением передних и задних ножей на величину x и их вертикальным смещением на величину β . Величина x будет определяться аналогично первой и второй группам. Режущие края передних ножей размещены ниже задних.

Рисунок 3. Третий вариант схемы относительного пространственного размещения объемной ножевой системы.

Третий вариант характерен работой передних ножей на закритической глубине, и поэтому их ширина должна быть существенно меньше ширины задних ножей. Это способствует уменьшению сопротивления от смятия почвы в нижней части проема. Здесь их главная цель - образовать пионерные прорезы в сплошном массиве грунта, разделив сплошную стружку грунта на части, и создать условия для свободного копания грунта задними ножами.

Рассмотренные варианты схем относительного пространственного размещения ножей состоят с выносных ножей и боковых стенок. Здесь боковые стенки передних и задних ножей размещены под определенным углом к ним, имеют с соответствующими

ножами общую грань и являются соединительными элементами жесткости между передними и задними ножами. Размещения ножей с различными углами копания грунта, когда угол копания передних ножей α меньше угла копания задних ножей β , обеспечивает плавный одновременный переход плоскостей передних и задних ножей на лобовую плоскость отвала бульдозера.

Форма боковых стенок, с учетом их углового размещения, соответствует зонам бокового разрушения почвы вдоль выносных ножей при их работе на критической глубине копания.

Поскольку система имеет существенные технико-экономические издержки из-за сложности изготовления и технического обслуживания, при разработке необходимо предусмотреть минимальное количество отдельных ее составных элементов. А для блока симметричных объемных ножевых систем также следует учесть возможность их зеркальной переустановки и соответствующей фиксации в них крепежных элементов. Это позволяет уменьшить номенклатуру изделий в случае реализации предложенных технических решений.

Система также имеет ряд ограничений по характеристикам срезаемого грунта. К примеру, пластичный грунт будет налипать в стыках секций, а каменные включения могут там застревать. Ножевая система имеет сложную конфигурацию с большим количеством пространственно расположенных секций. Такая система может быть более эффективной при срезании, перемещении и выравнивании грунта в процессе планировки поверхности. Форма отвала способствует накоплению грунта в проемах между выносными ножами для его дальнейшего перемещения. В процессе резания происходит разделение грунтового массива на отдельные борозды, что облегчает дальнейшее копание. Таким образом одновременное рыхление и копание повышает эффективность разработки грунта.

Для проведения дальнейших исследований предлагаются комплекты соответствующих физических моделей объемных ножевых систем бульдозеров по каждому из описанных выше вариантов (рис. 4).

Рисунок 4. Варианты физических моделей для исследования второго варианта принципиальных расчетных схем взаимного относительного пространственного размещения элементов объемной ножевой системы

В качестве основных факторов исследований могут быть использованы: количество выносных ножей и боковых стенок, продольный сдвиг режущих краев ножей x , вертикальный сдвиг режущих краев ножей y и плотность почвы.

Подводя итоги, можно суммировать следующее:

При производстве земляных работ первостепенной проблемой является повышения эффективности разработки грунта бульдозерным отвалом. Технически это проявляется в уменьшении сопротивления копанию, являющегося наиболее существенным при тяговом расчете машины.

Для решения поставленной задачи были рассмотрены отдельные существующие конфигурации устройства отвалов. С учетом рассмотренных устройств были предложены схематические модели трех вариантов пространственного расположения объемной ножевой системы отвала бульдозера.

Объемная ножевая система позволяет увеличить общую глубину копания грунта за один проход бульдозера, за счет чего повышается производительность и интенсификация процесса разработки грунта рабочими органами землеройно-транспортных машин.

1. Шепелина П.В., Чалова М.Ю., Мишин А.В. Строительные и дорожные машины. Учебное пособие. - М.: МГУПС (МИИТ), 2017. 100 с.
2. Курилов, Е. В. Повышение эффективности бульдозерных отвалов / Е. В. Курилов, Д. И. Трошин // Строительные и дорожные машины. – 2014. – № 9. – С. 9-12.
3. Баловнев В.И. Интенсификация разработки грунтов в дорожном строительстве / В.И. Баловнев, Л.А. Хмара - М.: Транспорт, 1993. - 383 с.

Шепелина П.В.

Устройство системы пылеподавления в конструкциях грузоподъемных машин угольных терминалов

*Российский университет транспорта (МИИТ)
(Россия, Москва)*

doi:10.18411/spc-12-12-2018-10

idsp: sciencepublic-12-12-2018-10

Аннотация

Исследована проблема пылеподавления в конструкциях грузоподъемных механизмов на угольных терминалах. Рассмотрены технические средства снижающие запыленность. Уделено внимание универсальности систем пневмогидроорошения.

Ключевые слова: Пневмогидроорошение, горнорудные требования, противопылевой экран, пылеподавление, угольные терминалы.

Abstract

The problem of dust suppression in the structures of load-lifting mechanisms at coal terminals is Investigated. Technical means reducing dustiness are considered. Paid attention to the universality of systems Pnevmostroimashina.

Keywords: Pnevmostroimashina, mining requirements, dust screen, dust suppression, coal terminals.

Угольная отрасль России сегодня осуществляет добычу угля в 16 угольных бассейнах 85 муниципальных образований РФ. Это примерно 200 млрд. тонн разведанных запасов угля.

В 2017 году добыча угля приближалась к 383 млн. тонн угля. Наибольший объем угледобычи производится в Кузнецком бассейне. Остальные районы угледобычи такие как месторождения на Дальнем Востоке, Восточной Сибири, Канско-Ачинский бассейн являются локальными. Увеличение добычи угля на этих месторождениях будет способствовать значительному подъему угольной промышленности. Но рост добычи угля в указанных районах способствует беспрецедентной загрязненности этих территорий. На экологические показатели отрицательно влияет производство горных работ, особенно при открытой добыче угля. Более половины (60%) угольных шахт РФ можно смело отнести к взрывоопасным из-за метановых выбросов, а также угольной пыли. Опасным фактором является также самовозгорание угля.

Экологическая безопасность российских горнорудных и добывающих компаний находится под двойным контролем: как национальным, так и международным со стороны ООН. Совместный мониторинг работы горнодобывающих компаний произведенный WWF, ООН, Глобальным экологическим фондом и Минприроды РФ за декабрь 2017 г. зафиксировали, что компании «Кинросс Голд», «Полиметалл»,

«Алроса» стали лидерами по экологической чистоте среди горнодобывающих компаний и металлургических производств.

Важно, что среди горнорудных и добывающих компаний растет понимание экологической чистоты и прозрачности соответствующих показателей.

В Российской Федерации угледобыча и горные работы осуществляются в соответствии с горнорудными требованиями и нормативами по технике безопасности. Естественное несоблюдение этих требований приводит к катастрофическим необратимым последствиям, включая проседание поверхностных слоев земли, уничтожение почвенного покрова, загрязнение воздуха и воды, выбросы метана, подземные пожары и др.

Существующие выбросы пыли и газа в атмосферу отрицательно воздействуют на производительность труда, и соответственно на эксплуатацию машин и механизмов.

Пылеподавление – серьезная составляющая большинства производственных горнорудных технологий. Практика работы с сыпучими грузами показывает, что подавление пыли важно не только с точки зрения защиты окружающей среды и здоровья сотрудников, но и с точки зрения сокращения простоя оборудования, снижения затрат на его обслуживание.

Высокая концентрация пылевых масс зачастую присуща закрытым помещениям складов с сыпучими материалами, формовочных и очистных участков литейных цехов. Проникновение пыли в смазочные системы загрязняет смазку, вызывая абразивное изнашивание трущихся поверхностей. Пыль, концентрируясь на сухих, не смазываемых поверхностях, также способствует их изнашиванию. Максимальную опасность представляет пыль для двигателей внутреннего сгорания автомобильных и других стреловых кранов: попадая вместе с засасываемым в цилиндры двигателя воздухом, твердые частицы пыли вызывают износ поверхностей цилиндров и поршней. Осаждаясь на обмотках электрических машин, пыль вызывает перегрев, снижая срок службы обмоток.

Большинство сыпучих грузов при добыче имеют значительную влажность. И в процессе технологической обработки, включая погрузку на железнодорожные платформы или в полувагоны возникают потери – просыпание, разнос мелких фракций ветром. При транспортировке вдоль всего полотна железной дороги происходит загрязнение территории.

Из основных источников пылевыведения можно также выделить:

- использование вагоноопрокидывателей при разгрузке сыпучих грузов;
- транспортировку и пересыпку груза ленточными конвейерами;
- хранение угля на открытых площадках.

Вагоноопрокидыватель является высокопроизводительным средством механизации, осуществляющим выгрузку до 30 вагонов в 1 час. Росту производительности вагоноопрокидывателя способствует оборудование их системами автоматизации операций выгрузки (надвиг вагона, установка, выталкивание), применение виброустройств для механизированного удаления остатков сыпучих грузов (особенно смерзшихся и слежавшихся), а также инерционных разгрузочных машин в крытых железнодорожных вагонах.

При этом пылеподавление осуществляется статической системой туманообразования, смонтированной вдоль вагона. Система начинает работать за 30 секунд до опрокидывания вагона. При опрокидывании образуется густое облако пыли, которое при вытеснении из бункера просачивается через орошаемый туман. Пыль поглощается туманом и садится на дно бункера, а очищенный воздух поднимается вверх. Такая же очистка используется и при днищевой разгрузке вагонов. Водяной туман очищает от пыли при выгрузке вагонов до 95% загрязненной среды. Такая

система дает практически полную непроницаемость для загрязнений в том числе и в местах выгрузки.

Рассмотрим ленточный конвейер, который является весьма распространенным типом транспортирующих машин, он служит для перемещения насыпных или штучных грузов. Главным источником пыли здесь являются точки перегрузки с конвейера на конвейер или выгрузки различных материалов на заводах. Здесь применяется система пылеподавления с использованием ультратонких струй воды, нагнетаемых под давлением в распылительные форсунки. Такая система не требует источника сжатого воздуха. Чтобы сохранить работоспособность и чистоту форсунок, любые взвешенные вещества должны быть удалены из воды.

Используемые при пылеподавления кожухи станций пересыпки конвейера должны быть расположены около 1 м по высоте от уровня продукта, а длина кожуха должна быть не менее трех скоростей ленты конвейера.

Система форсунок располагается так, чтобы водяной туман образовывался над пылевой областью, а не на транспортируемом материале. Помимо этого, расположение форсунок должно обеспечивать минимальные воздействия на них пылевых потоков воздуха. Это позволит избежать эрозии и выхода из строя компонентов форсунок.

На заводах используется система «сухой туман» для контроля за пылью при перегрузке топлива и шлака.

Если транспортируемый на конвейере продукт горячий, то для противодействия испарению «сухого тумана» могут применяться более производительные форсунки, которые, выделяя капли, предотвращают их быстрое испарение. В целях ускоренного охлаждения транспортируемого материала и полного пылеудаления необходимо удлинить навесы над конвейерами и приподнять их.

Система туманообразования совместно с агломерацией пыли способствует максимальной изоляции источников пылевыведения на конвейерных узлах перегрузки.

Проектирование оборудования для пылеподавления на ленточном конвейере осуществляется с учетом следующих данных:

- производительность конвейерной линии (тонн/час)
- тип сыпучего материала, транспортируемого по ленте
- состояние сыпучего материала
- последующее применение сырья после транспортировки
- ширина ленты
- высота падения с одной ленты на другую
- удобство монтажа / обслуживания

Технологически важно, чтобы каркас, где осуществляется перевалка груза с одного конвейера на другой был в три раза длиннее, чем скорость конвейера. Расположение туманообразующих форсунок должно соответствовать ряду требований: факел тумана не должен иметь прямого контакта с сыпучим грузом, форсунки должны быть защищены от попадания в них транспортируемого материала, также форсунки должны создавать аэрозольную завесу, накрывающую непредсказуемый поток пыли.

На производственных участках необходимо осуществлять контроль за выделением пыли. Это будет способствовать увеличению видимости и понижению травматизма. Снижение износа оборудования, особенно для вращающихся и движущихся устройств, которые имеют в своем составе подшипники и шкивы, на которых пыль действует как эффект "шлифовки", в свою очередь резко понизит вероятность взрыва пыли или пожара.

Особой заботой специальных служб является предохранение угля на открытых участках хранения от пожаров и пылевыведения.

Вероятность возгорания угольных складов возникает из-за высокой способности многих из них самовозгораться. Это особо касается бурых и каменных углей.

Катализатором самовозгорания углей являются включения в них серного колчедана. Серный колчедан, вступая в химическую реакцию с кислородом, выделяет тепло и разрыхляет верхние слои кусков угля, открывая новые поверхности для окисления. Факторами, влияющими на понижение температуры саморазогрева являются степень измельченности угля, а также влажность. Чем сильнее уголь измельчен, тем большую поверхность окисления он имеет. В процессе самовозгорания влага является катализатором химических процессов и способствует растрескиванию угля. Образование микротрещин увеличивает активную поверхность соприкосновения с воздухом. К тому же влага очищает поверхность угля и растворяет окисленные пленки. Обилие влаги блокирует процессы окисления.

Немаловажным фактором увеличения экологической загрязненности является ветровая эрозия с открытых площадей. Контрольные замеры показывают, что пылевыведение с открытых площадей, уступов, складов — достигает 25 800 мг/м³. При этом добыча угля составляет от 730 до 11 000 мг/м³; от 500 до 6900 мг/м³ — вскрышные работы; отвалообразование — от 230 до 6000 мг/м³; автомобильный транспорт — от 3600 до 22 000 мг/м³. Наибольшее атмосферное загрязнение проявляется при ветровой эрозии, на которую значительное влияние оказывает климат. Наиболее значительно ветровая эрозия проявляется в районах, где среднее годовое количество осадков менее 300 мм и наблюдаются длительные засушливые периоды и сильные ветры.

Для предотвращения сдувания пыли необходимо поддерживать определенную влажность верхнего слоя пылящих поверхностей, при которой уровень пылевыведения будет не существенен. Орошение водой оказывает кратковременное действие, поэтому для снижения запыленности атмосферы необходимо применять соответствующие составы.

Большинство угольных терминалов нашей страны, находящиеся в морских и речных портах являются источниками интенсивного пылевыведения, хотя там существуют различные способы борьбы с пылью.

При разработках и проектировании новой техники уделяется повышенное внимание мероприятиям по снижению запыленности воздуха. Это монтаж противопылевых защитных экранов, надежная изоляция оборудования, монтаж вентиляционных систем.

Повышению экологической безопасности угольных терминалов, включая активное пылеудаление, возможно применение активных систем пневмогидроорошения разработки ООО «Горный-ЦОТ» (Система ПГО). Неоспоримыми достоинствами системы ПГО являются следующие технические решения: минимизация расхода воды; использование воды промышленного назначения; практически полная очистка от частиц от 5 до 200 мкм; экологически чистые гигиенические и санитарные условия труда работников; ликвидация взрывоопасных смесей; простота контроля за системой; применение режима «автомат».

Применение рассматриваемого «мягкого» орошения позволяет повысить эффективности пылеподавления. ПГО может работать как самостоятельно, так и вместе с уже используемыми техническими разработками.

Для производственных нужд системы ПГО используется техническая, обессоленная морская вода, а также вода из системы ливневой канализации. Сжатый воздух подаётся из компрессорных установок.

Вывод отработанного материала системы ПГО осуществляется в теплых помещениях с помощью гидросмыва, а на открытых площадках — канализацией промышленно-ливневых стоков.

Для локализации угольной пыли, как правило, используется установка противопылевого защитного экрана. Также возможно применение стационарных и передвижных систем ПГО.

Снижению содержания пылевых частиц в воздухе служит противопылевой экран. Противопылевой защитный экран представляет собой исполнительный орган с ленточным конвейером роторного укладчика-заборщика, которого в местах пересыпки следует увлажнять.

Как правило, система ПГО монтируется на подвесном рельсовом пути параллельно экрану. Работает она локально, в зависимости от направления ветра. Необычная конструкция этой системы обеспечивает формирование равномерного воздушного тумана, блокируя распространение угольной пыли.

Непосредственная работа систем ПГО с использованием приборов ООО «Горный-ЦОТ» производится как автоматически, так и дистанционно. Для контроля за пылевыми взвесями в атмосфере применяется датчик измерения запыленности ИЗСТ-01. На открытых площадках показатели уровня орошения определяются автоматическими блоками с учетом погодных условий. Также применяется прибор СКИП, фиксирующий показатели концентрации пыли и интенсивность движения воздуха. Вся информационная часть пересылается на блок управления диспетчерского контроля станции. Контроль параметров работы систем ПГО может производиться, как в ручном, так и в автоматическом режиме.

Практика применения системы ПГО подтвердила её максимальную эффективность. Стандартная работа системы ПГО доводит эффект пылеподавления до 98%, а на открытых площадках до 80%. Использование противопылевого экрана увеличивает эффективность системы ПГО на открытых площадках до 90%.

Подводя итоги, можно сказать, что с помощью соответствующих технических средств и технологий, использующих сжатый воздух в качестве источника энергии в пылеподавлении и пневмогидроорошении можно кардинально минимизировать остаточную запыленность атмосферы. Поскольку в зависимости от условий, места, объемов транспортирования и хранения угля качество очистки от воздушного загрязнения доводится до 96%. Это служит значительному улучшению экологических показателей производственных процессов и в конечном итоге качеству нашей жизни.

1. Разработка системы пылеподавления на основе аэрогидродинамического способа обеспыливания воздуха / А.А. Христофоров, П.Ю. Филатов, А.А. Малахов «Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности». – 2014. – №1
2. Инструкция по борьбе с пылью и пылевзрывозащите. – Липецк: Липецкое издательство, 1999. 109 с.
3. Угольная промышленность России – проблемы и их решение / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <http://ecology-of.ru/pochva/ugolnaya-promyshlennost-rossii-problemy-i-ikh-reshenie> (дата обращения: 27.11.2018).
4. Шиянов С.М., Шепелина П.В., Куранцов В.В., Кормилицин А.И. О повышении надежности и безопасности технических систем в процессе эксплуатации // Стратегическая стабильность. – 2011. – № 3. – С. 50–52.
5. Зволинский В.П., Мусаев А.В., Шепелина П.В., Шиянов С.М., Кормилицин А.И. О проблемах экологического мониторинга в области безопасности окружающей среды // Проблемы управления безопасностью сложных систем. Материалы XVIII Международной конференции. – М.: РГГУ, 2010. – С. 270–273.

Научное издание

**Научный диалог:
Вопросы точных и технических наук**

Сборник научных трудов, по материалам
XX международной научно-практической конференции
12 декабря 2018 г.

SPLN 001-000001-0381-TT

Подписано в печать 16.01.2019. Тираж 400 экз.
Формат. 60x84 1/16. Объем уч.-изд. л. 1,84
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Отпечатано в типографии НИЦ «Л-Журнал»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович