



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

2(98)
2009

Редакционный совет:

АКИМОВ В. А.
БАЛЫХИН Г. А.
БЕЛОВ С. В.
ЗАЛИХАНОВ М. Ч.
(председатель)
ПАВЛИХИН Г. П.
ПОПОВ П. А.
СОКОЛОВ Э. М.
СОРОКИН Ю. Г.
ТЕТЕРИН И. М.
ТИШКОВ К. Н.
УШАКОВ И. Б.
ФЕДОРОВ М. П.
АНТОНОВ Б. И.
(директор издательства)

Главный редактор
РУСАК О. Н.

Зам. главного редактора
ПОЧТАРЕВА А. В.

Ответственный секретарь
ПРОНИН И. С.

Редакционная коллегия:

ГЕНДЕЛЬ Г. Л.
ГРУНИЧЕВ Н. С.
ИВАНОВ Н. И.
КАЛЕДИНА Н. О.
КАРНАУХ Н. Н.
КАРТАШОВ С. В.
КАЧАНОВ С. А.
КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н.
КСЕНОФОНТОВ Б. С.
КУКУШКИН Ю. А.
МАСТРЮКОВ Б. С.
МЕДВЕДЕВ В. Т.
ПАНАРИН В. М.
ПОЛАНДОВ Ю. Х.
ПОПОВ В. М.
СИДОРОВ А. И.
ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г.
ФРИДЛАНД С. В.
ХАБАРОВА Е. И.
ЦХАДАЯ Н. Д.
ШВАРЦБУРГ Л. Э.

СОДЕРЖАНИЕ

ОХРАНА ТРУДА

- Асминин В. Ф., Мурзинов В. Л. Снижение шума при вибрации тонкостенных металлических конструкций применением демпфирующих вставок 2
Козлов В. И. Оценка социально-психологического климата производственного коллектива в качестве показателя условий труда 6

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Малыхин В. М., Малыхина Г. Ф. Концепция целевого контроля и мониторинга организма человека и факторов среды для обеспечения безопасности 12

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Красногорская Н. Н., Фашевская Т. Б., Елизарьев А. Н., Головина А. В. Оценка изменений водности реки Белой как фактора обеспечения безопасности жизнедеятельности человека . 20
Отделкин Н. С., Адамов Е. И. Защита окружающей среды при перегрузке сыпучих грузов рейферно-бункерными перегружателями 27
Сапченко И. Г., Жилин С. Г., Комаров О. Н. Улучшение экологических показателей при литье по выплавляемым моделям использованием пористых удаляемых моделей 29
Чирков О. А., Нилов А. П., Башаева И. А. Повышение эффективности красильно-отделочного производства посредством улучшения экологических показателей технологического процесса . . 34

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

- Поландов Ю. Х., Барг М. А., Власенко С. А., Митрохин А. В. О результатах экспериментального исследования взрывов газо-воздушной смеси в топке парового котла КП-0,12 40

ОБРАЗОВАНИЕ

- Горгоц К. Г., Чупрунов В. В., Эрнст А. Ю. Система целевой подготовки кадрового резерва специалистов инспекций Ростехнадзора ХМАО — Югры в рамках учебного процесса специальности 190603 "Сервис транспортных и технологических машин и оборудования" . 42
Зиновьева О. М., Мاستрюков Б. С., Меркулова А. М., Смирнова Н. А. Дополнительное обучение учащихся, специалистов и руководителей образовательных учреждений в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях 47

СТАНДАРТИЗАЦИЯ

- О межгосударственном стандарте "Шум. Руководство по снижению шума кожухами и кабинами" 52

ИНФОРМАЦИЯ

- Пресс-релиз круглого стола на тему "Сбор. Транспортировка. Переработка и утилизация ТБО" . 56

Приложение. Вайсберг Л. А., Картавый А. Н. Дробильно-сортировочные комплексы в технологиях переработки твердых промышленных и коммунальных отходов.

Журнал входит в "Перечень ведущих и рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук".

УДК 628.517.2

В. Ф. Асминин, д-р техн. наук, проф., **В. Л. Мурзинов**, канд. техн. наук, доц.
Воронежская государственная лесотехническая академия

Снижение шума при вибрации тонкостенных металлических конструкций применением демпфирующих вставок

Рассмотрен механизм снижения шума при вибрации тонкостенных металлических конструкций методом установки в них демпфирующих резиновых вставок. Построена математическая модель снижения уровня звука, излучаемого тонкостенной металлической конструкцией, снабженной демпфирующими резиновыми вставками. В модели учтены физико-механические свойства тонкостенных металлических конструкций и демпфирующих вставок.

Ключевые слова: шум, снижение шума, уровень звука, демпфирующие вставки, тонкостенные металлические конструкции.

Asminin V. F., Murzinov V. L. Decrease of noise at vibration thin-walled metal designs application damping inserts

The mechanism of decrease in noise is considered at vibration of thin-walled metal designs by a method of installation in them damping rubber inserts. The mathematical model of decrease in a level of a sound of radiate by a thin-walled metal design supplied damping rubber inserts is constructed. In model physic mechanical properties of thin-walled metal designs and damping inserts are taken into discounted.

Keywords: noise, decrease in noise, a level of a sound, damping inserts, thin-walled metal designs.

В промышленности и на транспорте широко распространены тонкостенные металлические конструкции (ТМК), к которым относятся, например, кузова транспортных, специальных транспортно-технологических средств, оболочки самоходных и стационарных сельскохозяйственных машин, элементы судовых конструкций, технологические дверцы, защитные кожухи приводов станков, режущего и заточного оборудования и др. Такие ТМК, являющиеся частью конструкций технологического оборудования и транспортных средств, постоянно находятся в возбужденном состоянии и становятся мощными источниками и проводниками звуковой вибрации. При этом на рабочих местах в производственных помещениях, а также на водительских и пассажирских местах транспортных средств складываются неблагоприятные условия по шумовому фактору с превышением нормативных значений.

Известно, что наиболее радикальным и рациональным путем борьбы с шумом с позиций как акустической, так и экономической эффективности, является снижение звуковой вибрации в источнике ее возникновения. Это достигается применением специальных вибродемпфирующих покрытий (ВДП).

Однако применение существующих ВДП часто ограничено по ряду причин: значительное увеличение массы конструкции в целом, что неприемлемо для специальных транспортных средств; сплошное нанесение на демпфируемые поверхности, что ограничивает доступ к поверхности ТМК (например, если это требование вытекает из условий эксплуатации).

Для таких случаев в инженерной практике предложено использовать единичные вибропоглотители, например, такие как демпфирующие резиновые вставки (ДВ).

Единичные вибропоглотители дают хороший эффект в тех случаях, когда имеют место интенсивные вибрации на дискретных частотах и в узких полосах. Использование группы локальных вибродемпфирующих устройств, настроенных на различные частоты, позволяет получить значительное ослабление вибрации в широкой полосе частот [1].

Фрагмент ТМК с демпфирующими резиновыми вставками (ДВ) представлен на рис. 1.

Для определения величины снижения уровня звукового давления от пластины, снабженной ДВ, используем метод волнового сопротивления тонких пластин.

Изменение уровня звукового давления в воздушной среде может быть определено по соотношению [2]:

$$\Delta L = 20 \lg \left(\frac{\eta_3}{\eta_1} \right), \quad (1)$$

где η_1 — коэффициент потерь пластины, демпфируемой окружающей средой; η_3 — коэффициент потерь пластины с ДВ.

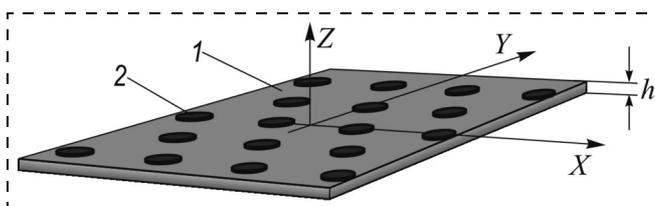


Рис. 1. Фрагмент защитного кожуха с ДВ:
1 — пластина; 2 — резиновая ДВ



Коэффициент потерь η_1 , входящий в соотношение (1), может быть определен на основе гипотез Кирхгофа—Ляве [3]:

— прямолинейный элемент, нормальный к срединной поверхности до деформации, остается прямым и нормальным к срединной поверхности, не меняя своей длины;

— деформации предполагаются малыми;

— в пластине реализуется обобщенное плоское напряженное состояние;

— деформацию срединной поверхности при изгибе пластины не учитывают.

Предполагаем, что на пластину действует нормальная нагрузка F , а на контуре приложены поперечные силы Q , изгибающие и крутящие моменты M .

$$\left. \begin{aligned} M_x &= -B \left(\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} \right); M_y = -B \left(\frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} \right); \\ M_{xy} &= -M_{yx} = B(1 - \nu) \frac{\partial^2 \xi}{\partial x \partial y}; \\ Q_x &= -\frac{\partial M_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial M_x}{\partial x}; Q_y = \frac{\partial M_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial M_y}{\partial y}; \end{aligned} \right\} (2)$$

где B — изгибная жесткость пластины, Н·м;

$B = \frac{Eh^3}{12(1 - \nu^2)}$; M_x — изгибающий момент в плоскости,

перпендикулярной оси X , Н·м; M_y — изгибающий

moment в плоскости, перпендикулярной оси Y , Н·м;

x, y — координаты оси X и Y , м; M_{xy}, M_{yx} — крутящие

моменты в плоскости, перпендикулярной оси Z ,

Н·м; Q_x, Q_y — поперечные силы вдоль оси X и Y , м;

ν — коэффициент Пуассона; ξ — текущее значение перемещения пластины.

Для учета коэффициента потерь колеблющейся пластины вместо изгибной жесткости B пластины введем комплексную изгибную жесткость (Н·м):

$$D = \frac{(1 + i\eta)Eh^3}{12(1 - \nu^2)}, \quad (3)$$

где E — модуль Юнга, Н/м²; h — толщина пластины, м; η — коэффициент потерь пластины; тогда уравнение колебаний пластины запишем в виде

$$D \left(\frac{\partial^4 \xi}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \xi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \xi}{\partial y^4} \right) + \rho h \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} = F, \quad (4)$$

где ρ — плотность материала пластины, кг/м³; t — время, с.

Силовое воздействие F на пластину единичной площади будет складываться из возбуждающей силы F_1 и демпфирующего влияния F_a окружающей среды на пластину [2], т. е.

$$F = F_1 + F_a.$$

Демпфирующее влияние F_a определится из решения уравнения движения акустической среды,

ограниченной, с одной стороны, колеблющейся поверхностью, а с другой стороны, свободным пространством. Уравнение движения в этом случае описывается одномерным волновым уравнением

$$\frac{d^2 \Psi}{dz^2} - \frac{1}{c^2} \frac{d^2 \Psi}{dt^2} = 0, \quad (5)$$

где z — координата оси Z , м; c — скорость звука в воздухе, м/с; Ψ — текущее значение потенциала скорости воздуха с плотностью ρ_w .

Решением этого уравнения будет:

$$\Psi = A_1 \exp\left(i\omega\left(t + \frac{z}{c}\right)\right) + A_2 \exp\left(i\omega\left(t - \frac{z}{c}\right)\right), \quad (6)$$

где A_1, A_2 — постоянные величины, определяемые параметрами колебательной системы; ω — частота колебаний, с⁻¹; $i = \sqrt{-1}$ — мнимая единица.

Учитывая (6) можно записать демпфирующее влияние F_a , действующее на единичный элемент пластины, в виде

$$F_a = -\rho_w c \frac{\partial \Psi}{\partial z} = -\rho_w c \frac{\partial \xi}{\partial t}. \quad (7)$$

Интенсивность поперечных усилий определится возбуждающей силой F_1 , которая согласно [4] выражается как

$$F_1 = F_0 \exp(i(\omega t - \mu(x + y))), \quad (8)$$

где μ — волновое число изгибных волн; F_0 — максимальная амплитуда поперечных усилий на пластине единичной площади, Н/м²,

тогда уравнение (4) с учетом (7) и (8) примет вид

$$\begin{aligned} D \left(\frac{\partial^4 \xi}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \xi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \xi}{\partial y^4} \right) + \rho h \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} = \\ = F_0 \exp(i(\omega t - \mu(x + y))) - \rho_w c \frac{\partial \xi}{\partial t}, \end{aligned}$$

в результате решения которого получим

$$D4\mu^4 \xi_0 + \rho h i \omega \xi_0 i \omega = F_0 - \rho_w c \xi_0 i \omega. \quad (9)$$

Теперь можно определить волновое сопротивление пластины W_1 в условиях демпфирования окружающей воздушной средой. Для этого в уравнении (9)

выделим $\frac{F_0}{\xi_0 i \omega}$ и учитывая (3) запишем соотношение

$$\begin{aligned} W_1 = \frac{F_0}{\xi_0 i \omega} = 4\eta \frac{Eh^3}{12(1 - \nu^2)} \frac{\mu^4}{\omega} + \rho_w c + \\ + i \left[\rho h \omega - 4 \frac{Eh^3}{12(1 - \nu^2)} \frac{\mu^4}{\omega} \right], \quad (10) \end{aligned}$$

где $\mu = \sqrt{\frac{\omega}{rc_n}}$, $r = \frac{h}{\sqrt{12}}$, $c_n = \sqrt{\frac{E}{\rho(1 - \nu^2)}}$.



Коэффициент потерь пластины с учетом (10) в условиях демпфирования окружающей воздушной средой будет

$$\eta_1 = \frac{\operatorname{Re}(W_1)}{|W_1|} = \left\{ 1 + \left[\frac{\left(\rho h - \frac{4B}{(rc_n)^2} \right) \omega}{\frac{4B\eta}{(rc_n)^2} \omega + \rho_w c} \right]^2 \right\}^{-\frac{1}{2}} \quad (11)$$

По уравнению (11) построен график, представленный на рис. 2.

Наличие в пластине ДВ существенно увеличивает коэффициент потерь пластины. ДВ являются мощным поглотителем колебательной энергии пластины. Схема расположения ДВ в пластине показана на рис. 3, где обозначены основные размеры ДВ и пластины. Волновое сопротивление одной ДВ может быть определено, если учесть что источником колебательного движения ДВ являются поперечные перемещения пластины. Расчетная схема для определения волнового сопротивления ДВ показана на рис. 4.

ДВ в отверстии пластины установлена с некоторым обжатием, что обеспечивает ее плотное прилегание к пластине и достаточно эффективное восприятие ею колебательного перемещения. При движении ДВ на нее будут действовать силы упругих деформаций материала ДВ и силы трения в месте контакта ее с пластиной. Силы упругих деформаций могут быть учтены с помощью коэффициента жесткости материала ДВ, Н/м:

$$k_z = Gh, \quad (12)$$

где G — динамический модуль сдвига, Н/м².

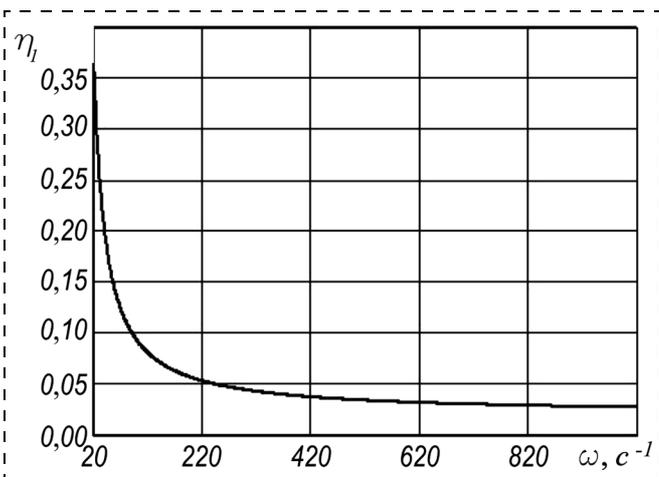


Рис. 2. График зависимости коэффициента потерь в пластине от частоты поперечного смещения ее поверхности при следующих параметрах:

$h = 0,0025$ м; $E = 2,1 \cdot 10^7$ Н/м²; $\nu = 0,3$; $\rho = 7850$ кг/м³; $\rho_w = 1,29$ кг/м³; $c = 330$ м/с; $\eta = 0,015$

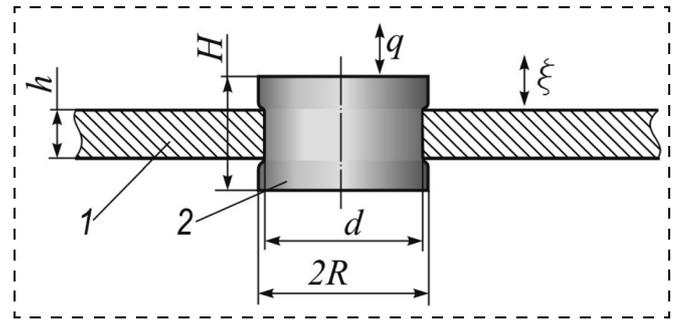


Рис. 3. Схема расположения ДВ в пластине:

1 — пластина; 2 — ДВ

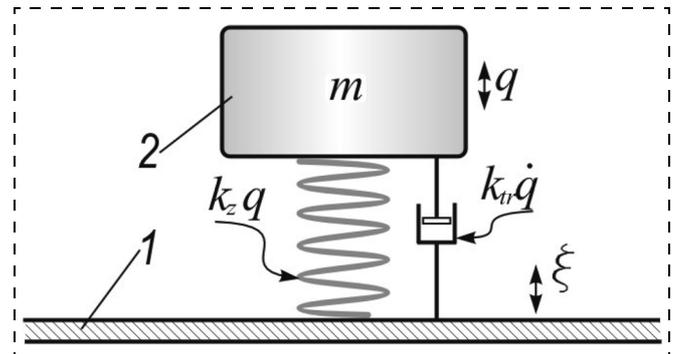


Рис. 4. Расчетная схема для определения волнового сопротивления ДВ в пластине:

1 — пластина; 2 — ДВ

Влияние основных сил на вибрационное движение ДВ показано на рис. 4. Источником этого вибрационного движения ДВ являются поперечные перемещения поверхности пластины, совершаемые по закону [5]

$$\xi = \xi_0 e^{i\omega t}, \quad (13)$$

где ξ_0 — максимальное значение перемещения пластины, м.

Это движение пластины воздействует на ДВ переносной силой инерции и уравнение движения ДВ будет

$$m\ddot{q} + k_{tr}(\dot{q} - \dot{\xi}) + k_z(q - \xi) = 0, \quad (14)$$

где k_{tr} — коэффициент трения материала ДВ о материал пластины; q — текущее значение перемещения ДВ, м; m — масса одной ДВ, кг; $m = H\pi R^2 \rho_r$, здесь H — высота ДВ, м; ρ_r — плотность материала ДВ, кг/м³.

Вибрационное движение пластины происходит с заданной частотой, которая также передается ДВ и в установившемся режиме их частоты совпадают. Поэтому решение уравнения (14) можно искать в форме

$$q = q_0 e^{i\omega t}, \quad (15)$$

где q_0 — максимальное значение перемещения ДВ, м.

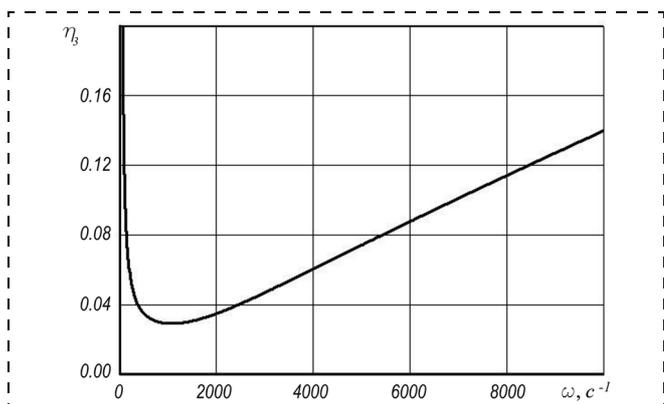


Рис. 5. График зависимости коэффициента потерь в пластине с ДВ от частоты поперечного смещения поверхности пластины при следующих параметрах:

$h = 0,0025$ м; $d = 0,01$ м; $\gamma = 0,25$; $G = 9,6 \cdot 10^3$ Н/м²; $\rho = 1400$ кг/м³; $k_z = 2,4 \cdot 10^3$; $k_{tr} = 1,1$; $m = 1,583 \cdot 10^{-3}$ кг; $N = 80$

Подставив решение (15) в (14) и учитывая (13) получим соотношение

$$\frac{(m\ddot{q} + k_{tr}\dot{q} + k_z q)}{(k_{tr}i\omega + k_z)} = \xi_0 e^{i\omega t}. \quad (16)$$

Решением уравнения (16) будет

$$\frac{m\omega^2 e^{i\omega t}}{(k_{tr}i\omega + k_z)} \left(-\frac{m\omega}{i} i\omega q_0 + k_{tr}i\omega q_0 + \frac{k_z}{i\omega} i\omega q_0 \right) = F_0 e^{i\omega t}, \quad (17)$$

где $F_0 = m\omega^2 \xi_0$.

Волновое сопротивление ДВ с учетом (17) определится соотношением

$$W_2 = \frac{F_0}{\dot{q}_0} = \frac{m\omega^2 \xi_0}{i\omega q_0} = \frac{k_{tr}m^2 \omega^4}{k_z^2 + k_{tr}^2 \omega^2} + i \frac{k_z(m\omega^2 - k_z)m\omega - k_{tr}^2 m\omega^3}{k_z^2 + k_{tr}^2 \omega^2}. \quad (18)$$

Выделяя действительную и мнимую части уравнения (18), получим коэффициент потерь для одной ДВ

$$\eta_2 = \frac{\text{Re}(W_2)}{|W_2|} = \left\{ 1 + \left[\frac{k_z(m\omega^2 - k_z)m\omega - k_{tr}^2 m\omega^3}{k_{tr}m^2 \omega^4} \right]^2 \right\}^{-\frac{1}{2}}. \quad (19)$$

Определение коэффициента потерь пластины совместно с демпфирующими вставками удобнее проводить, используя метод волнового сопротивления. Волновое сопротивление W_3 пластины СДВ будет складываться из алгебраической суммы вол-

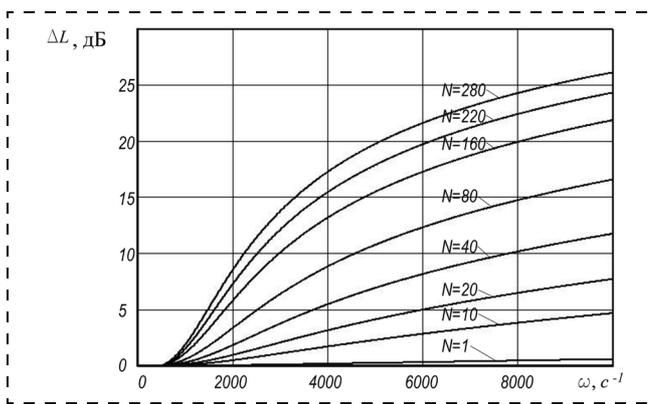


Рис. 6. График зависимости снижения уровня звукового давления в воздушной среде пластины с ДВ от частоты поперечного смещения поверхности пластины при следующих параметрах:

$h = 0,0025$ м; $d = 0,01$ м; $\gamma = 0,25$; $G = 9,6 \cdot 10^3$ Н/м²; $\rho = 1400$ кг/м³; $k_z = 2,4 \cdot 10^3$; $k_{tr} = 1,1$; $m = 1,583 \cdot 10^{-3}$ кг

новых сопротивлений самой пластины и сопротивлений ДВ, т. е.

$$W_3 = \gamma W_1 + N W_2,$$

где γ — отношение действительной площади пластины к единичной площади; W_3 — волновое сопротивление пластины с ДВ (Н·с)/м³.

Учитывая соотношения (10), (19) и выделяя мнимую и вещественную части, получим коэффициент потерь в пластине, снабженной ДВ

$$\eta_3 = \left\{ 1 + \frac{\left[\gamma \left(\rho h - \frac{4B}{(rc_n)^2} \right) \omega + N \left[\frac{k_z(m\omega^2 - k_z)m\omega - k_{tr}^2 m\omega^3}{k_z^2 + k_{tr}^2 \omega^2} \right]^2 \right]^2}{\frac{\gamma 4B\eta_2 \omega + \gamma \rho_w c + \frac{N k_{tr} m^2 \omega^4}{k_z^2 + k_{tr}^2 \omega^2}}{(rc_n)^2}} \right\}^{-\frac{1}{2}}, \quad (20)$$

где N — количество ДВ.

Изменение коэффициента потерь от частоты вибрационного движения пластины на основании зависимости (20) показано на рис. 5.

Подставляя в уравнение (1) выражения (11) и (20) получим искомую величину снижения уровня звукового давления в воздушной среде

$$\Delta L = 10 \lg \left(1 + \frac{9\omega^2}{\left(4\eta\omega + \frac{\rho_w c}{\rho h} \right)^2} \right) - 10 \lg \left(1 + \frac{\left(\frac{N m \omega (k_z m \omega^2 - k_z^2 - k_{tr}^2 \omega^2)}{k_z^2 - k_{tr}^2 \omega^2} - 3\gamma \rho h \omega \right)^2}{\frac{N k_{tr} m^2 \omega^4}{k_z^2 + k_{tr}^2 \omega^2} + \gamma \rho_w c + 4\gamma \rho h \eta \omega} \right). \quad (21)$$



Это уравнение позволяет определить снижение уровня звукового давления в воздушной среде излучаемого пластиной с ДВ. На рис. 6 показаны кривые зависимости снижения уровня звукового давления от частоты и количества ДВ.

Уравнение (21) может эффективно использоваться в инженерных расчетах. Оно учитывает геометрические параметры пластины и ДВ, их физико-механические свойства и частоту, на которой будет использоваться данное устройство демпфирования.

Список литературы

1. **Борьба** с шумом на производстве: справочник [Текст] / Е. Я. Юдин, Л. А. Борисов, И. В. Горенштейн и др.; Под общ. ред. Е. Я. Юдина — М.: Машиностроение, 1985. — 400 с.
2. **Нашиф А.** Демпфирование колебаний [Текст]: пер. с англ. / А. Нашиф, Д. Джоунс, Дж. Хендерсон. — М.: Мир, 1988. — 448 с.
3. **Вибрации** в технике [Текст]: Справочник. В 6-ти т / Ред. совет: В. Н. Челомей (пред.). — М.: Машиностроение, 1978. — Т. 1. Колебания линейных систем / Под ред. В. В. Болотина. 1978. — 352 с.
4. **Липендин М. А.** Общая акустика [Текст]: учеб. пособие / Липендин М. А. — М.: Наука, 1973. — 496 с.
5. **Вибрации** в технике [Текст]: Справочник. В 6-ти т / Ред. совет: В. Н. Челомей (пред.). — М.: Машиностроение, 1981. — Т. 4. Вибрационные процессы и машины / Под ред. Э. Э. Лавендела. 1981. — 509 с.

УДК 331 : 159.9

В. И. Козлов, д-р мед. наук, проф.

Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово

Оценка социально-психологического климата производственного коллектива в качестве показателя условий труда

Показана необходимость учета психологических аспектов трудовой деятельности при изучении условий труда. В качестве интегральной оценки факторов труда психологической природы предлагается использовать показатели так называемого социально-психологического климата (СПК) производственных коллективов. Описан метод, позволяющий осуществлять количественную оценку социально-психологического климата. Приведены конкретные показатели СПК в разные периоды становления коллективов.

Ключевые слова: социально-психологический климат, поведенческая, эмоциональная, когнитивная.

Kozlov V. I. Estimate of production collective psychosocial climate as an indicator of labor conditions

The necessity of taking the psychological aspects of production activity into account is displayed in the work. Use of the so called production collective psychosocial climate indicators as an integral estimate of labor sociocultural factor is set forward. A method which renders quantitative estimation of production collective psychosocial climate possible is outlined. Specific indicators of the method for various periods of the collectives' formation are presented.

Keywords: psychosocial climate, behavioral, emotional, cognitive.

Оценка производственных факторов различной природы (химической, физической и др.) должна осуществляться не только по степени их биологического действия, но и с учетом психологического восприятия людьми. Действительно, большинство факторов рабочей среды действуют на человека, в отличие от животных, не только прямо, но и опосредованно через так называемые социальные и психологические переменные [6; 12; 14]. Поскольку существенными для людей являются не только условия сами по себе, но и отношение к ним, изучение влияния факторов рабочей среды на человека целесообразно осуществлять через призму социально-психологического восприятия трудовой деятельности.

Однако несмотря на имеющиеся примеры использования отдельных психологических показателей, например, напряженности труда, комплексным исследованиям факторов психологической природы на производстве уделяется еще недостаточное внимание [7; 9]. В то же время известно, что любой ситуации, связанной с профессиональной деятельностью, человек противопоставляет психическую готовность к этой деятельности, опыт, а также свои личностные возможности адаптации к условиям труда и коллективу [1; 4; 15]. При этом одновременно с приспособлением индивидуума к коллективу происходит изменение и самого коллектива. Если же такого взаимного подлаживания не проис-

ходит, возникает стрессовая ситуация, главной причиной которой являются чрезмерные требования, предъявляемые характером труда к способностям человека, а также его несбывшиеся надежды и неудовлетворенность в отношении достижения поставленных целей [3; 13].

Одним из естественных и комплексных показателей степени адаптированности работающих к условиям производства является социально-психологический климат (СПК), сложившийся в трудовом коллективе, который предопределяет поведение и поступки каждого его члена, его психологическое состояние и даже состояние его здоровья. При этом, когда говорят о СПК, то имеют в виду не условия труда и даже не характер взаимоотношений между людьми, а прежде всего "психологическое отражение" всего комплекса производственных условий, эмоционально-психологический настрой коллектива, складывающийся в процессе труда и проявляющийся в тех отношениях, которые устанавливаются на основе взаимосвязей между формальными и неформальными группами, при личных контактах между людьми [5; 10]. В этой связи необходимо подчеркнуть, что СПК трудовых коллективов может выступать как важный резерв повышения работоспособности человека, производительности коллективного труда. Так, при одинаковых технических и экономических условиях труда коэффициент результативности деятельности производственных коллективов может колебаться от 1 до 1,3, т. е. эффективность труда может быть увеличена на треть исключительно за счет сплоченности коллектива, его организованности, создания здоровых отношений между людьми [2; 8].

Кроме термина "социально-психологический климат" для оценки психологических процессов в коллективе употребляются и другие: "моральное состояние", "морально-психологическая обстановка", "психологический настрой", "социально-психологическая атмосфера", "морально-психологические условия" и пр. Все они по своей сути являются синонимами. Следует, однако, отметить, что если под социально-психологическим климатом понимается состояние группового сознания, проявляющегося в групповом настроении, групповом мнении и суждениях стойкого характера, то социально-психологической атмосферой принято называть то же самое, но значительно менее стойкое (временное) [2].

Для обоснования необходимости при изучении условий труда наряду с другими факторами (например, факторами микроклимата) учитывать условия психологической природы было проведено

исследование зависимости состояния здоровья людей от различных факторов, в том числе и от СПК трудового коллектива.

В качестве инструмента для анализа СПК была избрана методика, предложенная в работе [11], несколько изменив которую, мы получили возможность количественной оценки СПК. Предлагаемая методика имеет небольшой объем, относительно независима от уровня образования и характера трудовой деятельности испытуемых, дает возможность быстрой стандартизированной обработки результатов, удобна для интерпретации.

В исследовании категория "отношение", взятая в качестве эмпирического индикатора СПК, рассматривается в единстве трех составляющих: эмоционального поведенческого (волевого) и когнитивного (рационального). По установившейся в социологических исследованиях традиции в проводимом исследовании в качестве существенного признака эмоциональной составляющей критерий привлекательности рассматривался на уровне понятий "нравится — не нравится", "приятный — неприятный" и т. п. При конструировании вопросов, направленных на измерение поведенческой составляющей, выдерживался критерий "желание — нежелание трудиться в данном коллективе", "желание — нежелание общаться с членами коллектива в сфере досуга". Основным критерием для когнитивной составляющей была избрана переменная "знание — незнание особенностей членов коллектива". При этом под особенностями подразумеваются как качества, непосредственно связанные с работой, так и личностные свойства, раскрывающиеся обычно в процессе неформального общения. Обследование по этому методу может проводиться как индивидуально, так и в группе людей. Тестирование занимает не более 5...10 мин и проводится по приведенной ниже анкете.

Анкета

Инструкция: "Просим Вас принять участие в исследовании, целью которого является оптимизация социально-психологического климата в вашем трудовом коллективе". Для ответа на предлагаемые вопросы необходимо:

1. Внимательно прочитать варианты ответа.
2. Выбрав один из них, в наибольшей степени соответствующий вашему мнению, поставить знак "+" в пустой клетке против выбранного Вами ответа.



Вопросы

1. Отметьте, пожалуйста, с каким из приведенных ниже утверждений Вы больше всего согласны?

1. Большинство членов нашего коллектива — хорошие симпатичные люди	
2. В нашем коллективе есть всякие люди	
3. Большинство членов нашего коллектива — люди малопривлекательные	

2. Считаете ли Вы, что было бы хорошо, если бы члены вашего коллектива жили близко друг от друга?

1. Нет, конечно	2. Скорее нет, чем да	3. Не знаю, не задумывался об этом	4. Скорее да, чем нет	5. Да, конечно

3. Как Вам кажется, могли бы Вы дать достаточно полную характеристику:

	1. Да	2. Пожалуй, да	3. Не знаю, не задумывался об этом	4. Нет
а) Деловых качеств большинства членов коллектива				
б) Личных качеств большинства членов коллектива				

4. Обратите внимание на приведенную ниже шкалу.

Цифра 1 характеризует коллектив, который Вам очень нравится, а цифра 9 — коллектив, который Вам очень не нравится. В какую клетку Вы поместите ваш коллектив?

1	2	3	4	5	6	7	8	9

5. Если бы у Вас возникла возможность провести отпуск вместе с членами вашего коллектива, то как бы Вы к этому отнеслись?

1. Это бы меня вполне устроило	2. Не знаю, не задумывался над этим	3. Это бы меня совершенно не устроило

6. Могли бы Вы с достаточной уверенностью сказать о большинстве членов Вашего коллектива, с кем они охотно общаются друг с другом по деловым вопросам?

1. Нет, не мог бы	2. Не могу сказать, не задумывался над этим	3. Да, мог бы

7. Какая атмосфера преобладает в вашем трудовом коллективе?

На приведенной ниже шкале цифра 1 соответствует нездоровой, нетоварищеской атмосфере, а цифра 9, — наоборот, атмосфере взаимопомощи, взаимного уважения и т. п. В какую из клеток Вы поместили бы свой коллектив?

1	2	3	4	5	6	7	8	9

8. Как Вы думаете, после перехода на другую работу, стремились бы Вы (при возможности) к встречам с нынешними сотрудниками?

1. Да, конечно	2. Скорее да, чем нет	3. Затрудняюсь ответить	4. Скорее нет, чем да	5. Нет, конечно

В предлагаемой анкете вопросы 1; 4 и 7 относятся к эмоциональной составляющей; вопросы 2, 5 и 8 — к поведенческой; вопросы 3 и 6 — к когнитивной составляющей, причем вопрос 3 состоит из двух частей — а и б.

Изучение социально-психологического климата при использовании данной методики может проводиться двумя способами: с помощью печатной анкеты, заполняемой индивидуально каждым опрашиваемым, или с использованием так называемой механической анкеты типа сумматора. Для каждого из этих способов имеется специальная схема обработки, однако результаты, получаемые обоими способами, полностью идентичны.

При первом способе измерения обработки анкет анализируется отношение к коллективу со стороны каждого человека в отдельности. Каждая составляющая тестируется тремя вопросами, причем ответ на каждый из них принимает только одну из трех возможных форм: "+1"; "-1"; "0".

Затем для каждой составляющей выводится средняя оценка по выборке, например, для эмоционального компонента. Для этого из количества положительных ответов вычитается количество отрицательных ответов, а результат делится на число опрошенных (n). Очевидно, что для любой составляющей средние оценки могут располагаться в интервале от -1 до $+1$. После чего полученные средние показатели можно классифицировать в соответствии с наиболее распространенной трехчленной оценкой. Для этого континуум возможных оценок (от -1 до $+1$) следует разделить на три равные части (интервала): от $-1,0$ до $-0,33$; от $-0,34$ до $+0,33$; от $+0,34$ до $+1,0$. Средние оценки, попавшие в первый интервал, считают отрицательными, во вто-



рой — противоречивыми или неопределенными, в третий — положительными.

При использовании механической анкеты непосредственным результатом опроса является сумма баллов по каждому вопросу для всего коллектива. В связи с этим алгоритм обработки данных в этом случае должен быть следующим. Вначале вычисляется средняя оценка для каждого вопроса путем деления суммы баллов по соответствующему вопросу на число опрошенных. При этом полученные средние показатели, так же как и в предыдущем случае, могут колебаться от -1 до $+1$. Последующие этапы обработки осуществляются аналогично первому алгоритму.

При всех достоинствах этой методики, предложенный здесь порядок подсчета результатов позволяет оценить СПК производственного коллектива только качественными параметрами: "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно". Проблема заключается в том, что в большинстве случаев на практике этот порядок характеризуется как противоречивый. Однако степень "противоречивости" в каждом конкретном случае может сильно варьировать, поэтому возникает необходимость количественной оценки СПК.

Для количественного сравнения СПК в целом и отдельных его составляющих (эмоциональной, поведенческой, когнитивной) предлагаем использовать другой алгоритм оценки результатов исследования. При этом определение показателя (балла) в трехвариантных ответах остается прежним: негативный ответ соответствует -1 ; позитивный ответ — $+1$; за неопределенный ответ присваивается 0 . Однако при подсчете баллов в отношении

вопросов, имеющих более трех ответов, могут возникнуть определенные затруднения и неоднозначные оценки. Поэтому предлагаем следующий порядок подсчета баллов:

— по 2-му вопросу: ответы первый и второй соответствуют -1 баллу за каждый; за четвертый и пятый ответы присваивается по $+1$ баллу; а третий ответ соответствует 0 баллов;

— по 3-му вопросу: первый ответ соответствует $+1$ баллу; за четвертый ответ присваивается -1 балл; а за второй и третий ответы — по нулю баллов;

— по 4-му вопросу: за первый, второй и третий ответы присваивается по $+1$ баллу, седьмой, восьмой и девятый ответы соответствуют -1 , а четвертый, пятый и шестой — 0 баллов;

— по 7-му вопросу: ответы первый, второй и третий соответствуют -1 баллу, седьмой, восьмой и девятый — $+1$, за ответы четвертый, пятый и шестой присваивается 0 баллов;

— по 8-му вопросу: первый и второй ответы соответствуют $+1$ баллу, за четвертый и пятый присваивается -1 балл, за третий ответ — 0 баллов.

Подсчет результатов осуществлялся путем алгебраического суммирования баллов, полученных от всех респондентов по каждому вопросу. После этого суммированием баллов, полученным по 1, 4, 7 вопросам подсчитывается эмоциональная составляющая, по 2, 5, 8 вопросам — поведенческая составляющая, по вопросам 3-а, 3-б, и 6 — когнитивная составляющая.

С использованием описанной методики на протяжении ряда лет проводилось изучение СПК в организованных коллективах (воинские подразделения) в различные периоды их становления. В табл. 1 пред-

Таблица 1

Социально-психологический климат учебных подразделений, укомплектованных по призыву

Показатели СПК	Показатели СПК, баллы, в подразделениях (взводах)					
	1	2	3	4	5	6
Суммарный СПК	$+0,60 \pm 0,10$	$+0,53 \pm 0,09$	$+0,33 \pm 0,05$	$+0,32 \pm 0,08$	$+0,59 \pm 0,11$	$+0,77 \pm 0,12$
Эмоциональная составляющая	$+0,12 \pm 0,05$	$+0,08 \pm 0,01$	$0,00$	$+0,07 \pm 0,01$	$+0,08 \pm 0,02$	$+0,05 \pm 0,01$
Поведенческая составляющая	$+0,10 \pm 0,05$	$+0,26 \pm 0,01$	$+0,08 \pm 0,02$	$+0,10 \pm 0,01$	$+0,15 \pm 0,03$	$+0,43 \pm 0,01$
Когнитивная составляющая	$+0,38 \pm 0,04$	$+0,19 \pm 0,01$	$+0,25 \pm 0,03$	$+0,15 \pm 0,02$	$+0,36 \pm 0,06$	$+0,29 \pm 0,05$

Таблица 2

Социально-психологический климат в подразделениях, укомплектованных на контрактной основе

Показатели СПК	Показатели СПК, баллы, в подразделениях (взводах) с $n = 375$ человек					
	1	2	3	4	5	6
Суммарный СПК	$+1,19 \pm 0,2$	$+0,9 \pm 0,1$	$+1,42 \pm 0,3$	$+1,37 \pm 0,3$	$+2,14 \pm 0,7$	$+1,2 \pm 0,3$
Эмоциональная составляющая	$+0,62 \pm 0,1$	$+0,6 \pm 0,1$	$+0,75 \pm 0,1$	$+0,23 \pm 0,05$	$+1,0 \pm 0,2$	$+0,6 \pm 0,1$
Поведенческая составляющая	$+0,19 \pm 0,04$	$-0,2 \pm 0,03$	$-0,08 \pm 0,01$	$+0,38 \pm 0,06$	$+0,14 \pm 0,1$	$+0,2 \pm 0,02$
Когнитивная составляющая	$+0,38 \pm 0,08$	$+0,5 \pm 0,09$	$+0,75 \pm 0,01$	$+0,76 \pm 0,1$	$+1,0 \pm 0,3$	$+0,4 \pm 0,02$



Таблица 3

Социально-психологический климат в действующих подразделениях

Подразделение (взвод)	Показатели СПК, баллы, по составляющим			Суммарный показатель СПК, баллы
	Эмоциональной	Поведенческой	Когнитивной	
7	+0,36 ± 0,03	+0,40 ± 0,04	+0,29 ± 0,01	+1,05 ± 0,12
4	+0,32 ± 0,03	+0,80 ± 0,06	+0,39 ± 0,03	+1,51 ± 0,10
5	+0,25 ± 0,02	+0,25 ± 0,06	+0,32 ± 0,01	+0,82 ± 0,11
8	+0,21 ± 0,02	+0,41 ± 0,09	+0,18 ± 0,01	+0,80 ± 0,09
3	+0,57 ± 0,03	+0,40 ± 0,08	-0,02 ± 0,01	+0,95 ± 0,15
2	+0,20 ± 0,01	+0,10 ± 0,01	0,00	+0,30 ± 0,07
1	+0,19 ± 0,01	+0,52 ± 0,03	+0,18 ± 0,01	+0,89 ± 0,13
6	+0,11 ± 0,02	+0,46 ± 0,02	+0,55 ± 0,04	+1,12 ± 0,23

ставлены показатели, характеризующие психологическое состояние в формирующихся коллективах, укомплектованных по призыву (в период обучения военнослужащих в учебных подразделениях).

Как видно из этих данных, уровень психологического восприятия военнослужащими друг друга и процессов, происходящих в коллективах, в целом невысок. Кроме прочего, невысокий уровень СПК коллектива в период его формирования свидетельствует о том, что в отношении большинства его членов процесс адаптации еще продолжается.

Результаты исследования СПК в коллективах, сформированных на контрактной основе, представлены в табл. 2. Анализ этих данных свидетельствует о том, что психологический настрой в таких подразделениях значительно выше. Так, суммарный показатель СПК в коллективах "контрактников" превышает аналогичный показатель в подразделениях срочной службы почти в 3 раза и составляет в среднем +1,4 балла (против +0,5). При этом, наименее выраженной среди военнослужащих "контрактников" оказалась поведенческая составляющая, тогда как среди военнослужащих срочной службы — когнитивная и эмоциональная.

Кроме формируемых коллективов, СПК был изучен и в действующих подразделениях, где его уровень оказался значительно более высоким, чем в учебных. Так, средний показатель СПК здесь составляет +0,93 балла против 0,5 балла в учебных подразделениях (табл. 3).

Полученные данные позволяют утверждать, что со временем в коллективах происходит повышение уровня СПК и выравнивание всех его составляющих (эмоциональной, поведенческой и когнитивной).

Были проведены также исследования, которые позволили выявить связь между уровнем СПК в коллективах и состоянием здоровья его членов. В табл. 4 подразделения учебного центра ранжированы в соответствии с уровнем суммарного показателя СПК от +1,10 в первом учебном взводе до +0,21 в пятом. В другой части таблицы приводятся показатели заболеваемости и дней нетрудоспособности военнослужащих этих же подразделений за период обучения по причине болезни.

Из анализа показателей, приведенных в табл. 4, видно, что уровень заболеваемости и нетрудоспособности по болезни (число дней в расчете на 1000 человек) связаны как между собой, так и с уровнем СПК в коллективе. Корреляционный анализ показал довольно тесную степень корреляции r этих показателей с уровнем СПК ($r = +0,76$ и $+0,71$, соответственно).

Что же касается связи заболеваемости и уровня отдельных составляющих СПК, то наиболее выраженная статистическая связь выявлена между показателем общей заболеваемости и поведенческой составляющей СПК. Число дней нетрудоспособности в большей степени коррелирует с величиной суммарного показателя СПК, а также его эмоциональной и когнитивной составляющих.

Одновременно были изучены зависимости между этими же показателями здоровья и другими (непсихологическими) факторами (табл. 5). Как видно из приведенных в таблице данных, при всей важно-

Таблица 4

Социально-психологический климат и заболеваемость

Показатели	Подразделения (взводы)						
	1	2	3	4	5	6	7
Показатели СПК, баллы							
Суммарный показатель СПК	+1,10	+0,80	+0,71	+0,79	+0,21	+1,04	+0,48
Эмоциональная составляющая	+0,36	+0,15	+0,18	+0,18	+0,22	+0,24	+0,16
Поведенческая составляющая	+0,38	+0,39	+0,47	+0,47	-0,02	+0,5	+0,41
Когнитивная составляющая	+0,36	+0,22	+0,06	+0,06	+0,01	+0,29	-0,09
Показатели заболеваемости (1:1000)							
Уровень общей заболеваемости	938	1012	1674	906	639	695	1482
Дни нетрудоспособности	1543	2648	3766	2302	1735	1981	3012



Связь состояния здоровья военнослужащих с факторами окружающей среды

Показатели заболеваемости	СПК	Коэффициенты корреляции с условиями					
		Водоснабжение	Питание	Размещение	Физические нагрузки	Метеофакторы	Вредные физические и химические факторы
Общая заболеваемость (1:1000)	+0,76	+0,73	+0,75	+0,51	+0,60	+0,57	+0,19
Дни нетрудоспособности (1:1000)	+0,71	+0,68	+0,63	+0,40	+0,80	+0,68	+0,41

сти для здоровья военнослужащих факторов социально-экономических, наиболее выраженная статистическая связь его показателей выявлена все-таки с факторами социально-психологической природы — СПК коллектива.

В заключение необходимо отметить, что существующий односторонний подход к оценке влияния условий труда на здоровье работающего населения, при котором учитываются преимущественно лишь материальные факторы, не обеспечивает возможность учета всех аспектов трудовой деятельности, детерминирующих здоровье работающего человека, тем более в условиях коллективного характера труда.

Проведенное исследование подтверждает возможность количественной оценки социально-психологического климата производственного коллектива, а полученные в результате исследования данные достаточно убедительно свидетельствуют о существенной связи между состоянием профессионального здоровья работающих и уровнем социально-психологического климата, сложившихся в коллективах, в которых они трудятся.

Список литературы

1. Александровский Ю. А. Состояния психической дезадаптации и их компенсация // Пограничные психические расстройства. — М.: Медицина, 1993.
2. Галыгин В. Ф. Социально-психологические условия трудовой деятельности и здоровье производственного коллектива // Бюллетень Сиб. отд. АМН СССР. — Новосибирск, 1981. — № 3. — С. 65—68.

3. Личко А. Е., Иванов Н. Я. Словарь современной американской психиатрической терминологии и ее отличия от принятой в России // Обозрение психиатрии и медицинской психологии. — 1992. — № 4. — С. 64—84.
4. Нестеренко А. И. Физиологические и психологические показатели зависимости состояния организма от типологической принадлежности / А. И. Нестеренко, В. Н. Васильев, М. А. Медведев, Т. В. Ребенкова // Физиология человека. — 2003. — Т. 29. — № 6. — С. 79—85.
5. Раткин Л. В. Социально-психологические методы управления // Экономические науки. — 1975. — № 12.
6. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. — М., 1946. — 704 с.
7. Социальная гигиена (медицина) и организация здравоохранения. — Казань, 1999. — 698 с.
8. Социально-психологический климат первичного трудового коллектива: диагностика и пути оптимизации: Метод. рекомендации. — Пермь, 1986, Ч. 1 и 2.
9. Ходырева Н. В. Психологические факторы здоровья // Актуальные проблемы практической психологии: Межвузовский сборник. — СПб., 1992. — С. 97—107.
10. Чернышев А. С., Тимошук Е. И. Социально-психологический климат в коллективах различной организованности // Социально-психологический климат коллектива: теория и методы изучения. — М., 1979. — С. 59—68.
11. Шальто А. Ю., Михалюк О. С. Изучение социально-психологического климата в трудовом коллективе с помощью "экспресс-методики" // Социально-психологические проблемы в производственном коллективе. — М.: Наука. — 1983. — С. 187—197.
12. Bandura A. Social foundation of thought and action: a social cognitive theory. New York, 1986. O, Leary A Self — efficacy and health // Rehav. Res. Ther. 1985. Vol. 23. P. 437—451.
13. Raija Kalimo, Meijman Theo. Психологические и поведенческие реакции на стресс в условиях работы // Психосоциальные факторы на работе и охрана здоровья. — ВОЗ, Женева. — 1989. — С. 31—42.
14. Rosenman R. N., Swan G. R., Garmelli D. Definition, assessment and evolution of the type A behavior pattern / Ed. B. R. Hauston, C. R. Snyder. New York, 1988.
15. Jung C. G. Personality and Stress. Traits. Types and Biotypes // Stress and Health / Ed. Price P. L. Brooks & Cole Publishing. Pacific Grove C. A. — 1992. — P. 85.

АНОНС!

В следующем номере журнала в разделе "Охрана труда" будет опубликована статья авторов М. И. Смирнова, А. Л. Терехова, Д. А. Минаева

"АКУСТИЧЕСКИЙ КОМФОРТ, ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И НОВЫЕ ТИПЫ ОСТЕКЛЕНИЯ".

УДК 681.326; 681.178

В. М. Малыхин, канд. техн. наук, доц., **Г. Ф. Малыхина**, д-р техн. наук, проф.
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Концепция целевого контроля и мониторинга организма человека и факторов среды для обеспечения безопасности

Предложен метод получения показателей достоверности (ПД) контроля, основанный на целевом критерии контроля (ЦКК). ЦКК отражает зависимость вероятности принадлежать "исправному" состоянию объекта (состоянию, адекватному задаче контроля) и является аналогом функции принадлежности теории размытой логики (fuzzy logic). ПД учитывают распределения вероятности контролируемого параметра (КП), погрешности его измерения и параметр формы ЦКК, выбор которого обеспечивает совпадение ЦКК с требуемой экспертной его зависимостью от КП. В ПД выделены методическая и инструментальная компоненты и определен их вклад в общие ПД (в вероятности ложной и недостаточной диагностики). Методическая компонента определяет достижимый предел ПД при точном измерении КП. Решение "обратной задачи" позволяет, исходя из задания ЦКК и необходимой величины ПД, находить приемлемые уровни контроля и необходимую точность измерения КП. Даны примеры ЦКК для задач медико-технического контроля: контроля частоты сердечных сокращений и дыхания операторов в условиях тренажера — и ЦКК для радиационного контроля по схеме: доза облучения — поражающий эффект.

Ключевые слова: факторы среды, безопасность, целевой контроль (ЦК), контролируемый параметр, вероятностное распределение, показатели достоверности (ПД), методическая и инструментальная компоненты ПД, ЦК для медико-технических приложений.

Введение

Анализ и оптимизация качества контроля по целевому критерию предназначены для реализации контроля за одним или группой параметров в динамических системах различного характера и являются важным элементом медико-технических исследований, в частности в проблеме медико-биологического обеспечения стендовых испытаний образцов аэрокосмической и глубоководной техники. Объектом контроля здесь выступают человек (оператор—испытуемый) или параметры среды, особенно в условиях замкнутых объемов с длительным циклом автономного жизнеобеспечения. Задачей является слежение и сопоставление с нормативными

Malychin V. M., Malychina G. F. Conception of purpose-control and monitoring of human organism and environment factors for security ensuring

A method is given for obtaining the reliability indexes (RI) of control, which is based on the control target criterion (CTC) CTC reflects the probability of the object belonging to the working state (to the state adequate to the control task), and is analogous to the fuzzy logic membership function. RI takes into account the probability density of the controlled parameter (CP), the choice of which provides the agreement of CTC with the estimate of CTC determined by experts. In RI, methodological and instrumental components are distinguished, which together form the total RI (probabilities of false diagnosis and under-diagnosis). The methodological component gives the attainable limit of RI for precise measurement of CP. Using the given CTC and RI, the solution of the inverse problem allows one to estimate the acceptable control levels and measurement precision. Examples illustrate the CTC for medico-technical control of heart and breathing rates of operators in imitator conditions, and CTC for radiation control using the scheme "radiation dose — biological damage".

Keywords: environment factors, security, purpose control criteria (PCC), controlled parameter, probability distribution, reliability indices (RI) of control, methodical and instrumental components of RI, PCC for medical-technical applications.

градациями контролируемых параметров (КП) за время, соизмеримое с длительностью автономной эксплуатации реального объекта, а также накопление базы данных, включающей результаты синхронной регистрации параметров динамики управления и оперативно-тактической нагрузки испытуемых на стенде-макете изучаемого технического объекта [1—5].

Наблюдаемыми и контролируемыми параметрами (НКП) служат показатели функционального состояния операторов (частота сердечных сокращений и частота дыхания, электроэнцефалограмма, кожно-гальванический рефлекс, миограмма, показатели речи), и показатели уровней загрязнения среды (концентрации вредных веществ, уровни газовой выделенности синтетических конструкционных ма-

териалов и продуктов жизнедеятельности человека в гермообъектах).

Проблема контроля и диагностики медицинских показателей и уровней загрязнения среды типичны в задачах мониторинга, включая контроль выбросов [6]. В общей методологии заключения о качестве состояния объекта по НКП пока редко применяются принципы допускового контроля, т. е. установление такого коридора вокруг нормативного уровня НКП, который приемлем на основе того или иного концептуального представления о целевом критерии контроля [7, 8]. Особо важен такой подход, например, при создании системы контроля в условиях тренажа с планируемыми субэкстремальными уровнями факторов воздействия на человека. Традиционные методы контроля, основанные на принципе "если НКП меньше норматива — хорошо, если превышает, то — стоп", не обеспечивают полностью адекватность решения задач контроля [1, 2, 9]. Это подтверждает и современная тенденция создания новых принципов управления на основе концепций гибкой (или размытой) логики.

Точно так же, по-видимому, обстоит дело и с контролем технических систем. Выбор жесткого норматива на НКП приводит к установлению необоснованно высоких уровней допуска на группу НКП или, если такого завышения уровней контроля не делать, то возникает ситуация частого превышения одним из НКП допустимого уровня и как следствие требование на обслуживание объекта. Незначительно улучшает ситуацию и введение плавающих в определенных пределах дифференцированных допусков для группы НКП [10—12]. Стремление удовлетворить допусковые пределы всех НКП приводит к требованию расширения коридора разрешенных отклонений от норматива или к требованию снижения операторских нагрузок, сокращения перечня допустимых конструкционных материалов, снижения длительности автономной эксплуатации объекта, т. е. в целом приводит к получению неадекватной оценки качества объекта контроля.

Вместе с тем проработанные концепции и методы, явным образом ориентированные на целевые установки и критерии диагностического контроля, которые формируются экспертами и нацелены на определенные уровни эффективности функционирования объекта (или системы), отсутствуют [8, 13—16]. Необходимость выработки нового методического подхода к оптимизации контроля особенно остро ощущалась в прикладных задачах экологического и радиационного мониторинга, где в силу несовершенства технологии переработки и использования радиоактивных материалов применялась целая иерархия нормативных предельно допустимых концентраций и уровней (ПДК и ПДУ) [17—18].

Предлагаемое методическое построение основывается на исследованиях и служит развитием более ранних работ, которые были связаны с использованием концепции целевого контроля и первоначально близким образом трактовали понятие "функции параметр — свойство" [20, 21]. Оценку качества и эффективности контроля и выработку критериев оптимизации диагностического контроля предлагается основывать на новом подходе — введении некоторого критерия целевого контроля, на базе которого строится система показателей, обобщающая принципы допускового контроля.

Показатели достоверности

Разработанный методический подход учитывает показатель эффективности, функционально описывающий уровень снижения вероятности выполнения предписанных задач или снижения работоспособности при отклонении контролируемого параметра от его нормативного значения. На этой основе получены оценки вероятностей гипер- и гиподиагностики (называемых иногда ошибками I и II рода). Может также вводиться функция риска, которая взвешивает средние ожидаемые ошибки с помощью весовых коэффициентов стоимости ущерба от ошибок каждого вида. Осуществляется оптимизация условий контроля путем выбора для НКП точности измерения и уровня контроля, которые соответствуют требуемым показателям достоверности и их относительному соотношению. Решение указанных задач включает построение аналитических соотношений и моделирование на ЭВМ.

В выражениях, определяющих ниже *вероятности ложной и недостаточной диагностики*, используются обозначения вероятностей: $P(\omega_1; \Omega_2)$ и $P(\omega_2; \Omega_1)$, где ω_1 и ω_2 — состояние подсистемы (или объекта), адекватное и неадекватное задаче контроля; Ω_1 и Ω_2 — соответствующие решения о состоянии объекта. Таким образом, $P(\omega_1; \Omega_2)$ отражает вероятность ложной диагностики (ВЛД), или гипердиагностики, а $P(\omega_2; \Omega_1)$ — вероятность недостаточной диагностики (ВНД), гиподиагностики. Соотношения включают плотность вероятностного распределения КП ($\vartheta(\delta)$), погрешность его измерения, характеризующую среднеквадратичной ошибкой $\sigma_{\text{изм.НКП}}$, практически возможный интервал Δ ошибки измерения КП ($\Delta = 2\sigma_{\text{изм.НКП}}$) и уровень Q допустимого отклонения КП от его оптимального значения:

$$P(\omega_1; \Omega_2) = \text{ВЛД} = \int_{Q+\Delta}^{\infty} E(x)f(x) dx + \int_{Q-\Delta}^{Q+\Delta} E(x)f(x) \left[\int_{Q-\Delta}^{\Delta} \varphi(\delta) d\delta \right] dx, \quad (1)$$



$$P(\omega_2; \Omega_1) = \text{ВНД} = \int_0^{Q-\Delta} [1 - E(x)]f(x) dx + \int_{Q-\Delta}^{Q+\Delta} [1 - E(x)]f(x) \left[\int_{-\Delta}^{Q-\Delta} \varphi(\delta) d\delta \right] dx, \quad (2)$$

где $E(x)$ — целевой критерий контроля (ЦКК) или функция зависимости вероятности сохранения желаемого уровня функционирования от величины отклонения НКП от номинального значения; $f(x)$ — плотность распределения центрированных значений НКП.

Для модели распределения НКП использован класс экспоненциально-степенных распределений. Этот класс составляет семейство плотностей распределения различной формы, которые характеризуются тремя параметрами (математическим ожиданием m_x , среднеквадратичным отклонением σ_x и параметром формы α):

$$f(x) = \frac{\alpha}{2\lambda\sigma_x\Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right)} \exp\left(-\left|\frac{x - m_x}{\lambda\sigma_x}\right|^\alpha\right), \quad (3)$$

где $\Gamma(p) \equiv \int_0^\infty y^{p-1} \exp(-y) dy$ — обычная (т. е. полная) гамма-функция.

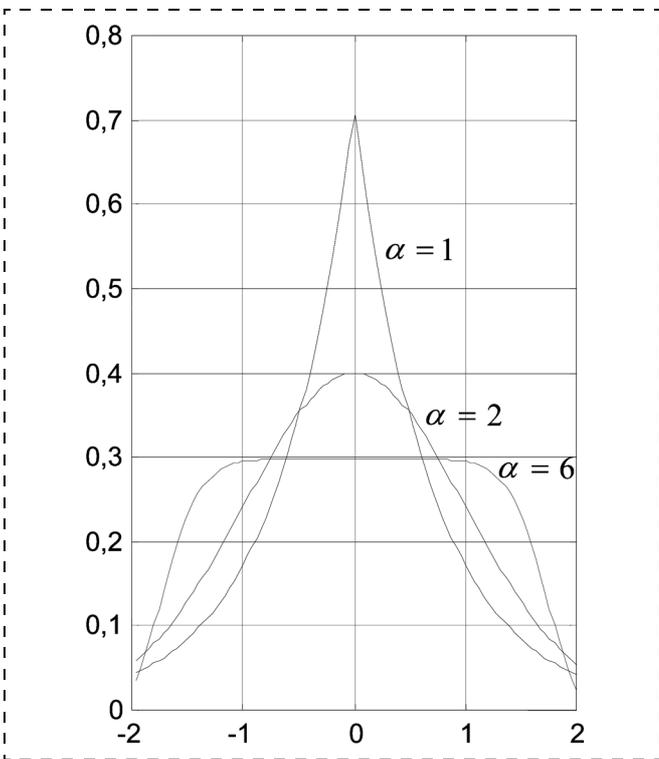


Рис. 1. Семейство экспоненциально-степенных распределений

Функция распределения экспоненциально-степенного закона имеет вид:

$$F(x) = \int_{-\infty}^{\left(\frac{x - m_x}{\lambda\sigma_x}\right)^\alpha} \frac{1}{2\Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right)} \exp(-\zeta) \zeta^{\frac{1}{\alpha}-1} d\zeta. \quad (4)$$

Параметром масштаба распределения служит $\beta = \lambda\sigma_x$, где множитель λ выражается через параметр формы α в соответствии с соотношением:

$$\lambda = \sqrt{\frac{\Gamma\left(\frac{1}{\alpha}\right)}{\Gamma\left(\frac{3}{\alpha}\right)}}. \quad (5)$$

Некоторые типы экспоненциально-степенных распределений при различных значениях параметра формы α и $m_x = \sigma_x = 1$ представлены на рис. 1.

Широкое варьирование формы плотности распределений этого семейства позволяет получить от почти равномерного (при значениях $\alpha = 5, \dots, 8$) до островершинного распределения (при $\alpha < 1,5$) и включает в качестве частного случая (при $\alpha = 2$) закон Гаусса, т. е. нормальное распределение. Следует отметить: несмотря на то что использование метода на основе экспоненциально-степенного закона показывает высокую эффективность и более совершенную форму статистического анализа [22—24], он не нашел пока отражения в статистических справочниках и известных монографиях [25—27]).

Методическая и инструментальная компоненты достоверности

В развернутых выражениях для вероятностей ВЛД и ВНД можно выделить приборно-аппаратурную, или "инструментальную" компоненту, которая обусловлена неточностью измерения НКП (с $\sigma_{\text{ошиб. нкп}}$), и методическую компоненту, которая остается даже при абсолютно точном измерении НКП. Наличие методической компоненты $P_{\text{мет}}(\omega_1; \Omega_2)$ и $P_{\text{мет}}(\omega_2; \Omega_1)$ (или $\text{ВЛД}_{\text{мет}}$ и $\text{ВНД}_{\text{мет}}$) связано с построением ЦКК как функции, равной вероятности работоспособного состояния объекта или (в общем случае) состояния, адекватного задаче контроля (САЗК). Такой подход к построению ЦКК близок к принципу размытой логики, который состоит во введении функции принадлежности (вероятности) множеству, в нашем случае множеству САЗК.

Таким образом, в общих показателях достоверности контроля ($P_{\text{рез}}$) ВЛД и ВНД можно аналитически выделить $\text{ВЛД}_{\text{мет}}$ и $\text{ВЛД}_{\text{инстр}}$ и аналогич-

но — $VND_{инстр}$ и $VND_{мет}$. Это разделение соответствует выражениям:

$$P_{рез}(\omega_1; \Omega_2) = P_{мет}(\omega_1; \Omega_2) + P_{инстр}(\omega_1; \Omega_2), \quad (6)$$

$$P_{рез}(\omega_2; \Omega_1) = P_{мет}(\omega_2; \Omega_1) + P_{инстр}(\omega_2; \Omega_1), \quad (7)$$

$$\text{где } P_{мет}(\omega_1; \Omega_2) = \int_Q^{\infty} E(x)f(x)dx \quad (8)$$

$$\text{и } P_{мет}(\omega_2; \Omega_1) = \int_{-\infty}^Q [1 - E(x)]f(x)dx. \quad (9)$$

В рамках модели принятого экспоненциально-степенного распределения для КП методические компоненты показателей достоверности контроля в форме вероятностей ошибочных решений типа ВЛД и ВНД имеют вид:

$$P_{мет}(\omega_1; \Omega_2) = \int_Q^{\infty} \exp\left[-\left|0,693 \frac{x}{x_0}\right|^{\alpha}\right] \frac{\alpha}{2\lambda\Gamma\left(\frac{1}{2\alpha}\right)\sigma_x} \times \exp\left\{-\left[\frac{x}{\sqrt{2x}\sigma_x}\right]^{2\alpha}\right\} dx; \quad (10)$$

$$P_{мет}(\omega_2; \Omega_1) = \int_{-\infty}^Q \left\{ 1 - \exp\left[-\left|0,693 \frac{x}{x_0}\right|^{\alpha}\right] \times \frac{\alpha}{2\lambda\Gamma\left(\frac{1}{2\alpha}\right)\sigma_x} \exp\left\{-\left[\frac{x}{\sqrt{2x}\sigma_x}\right]^{2\alpha}\right\} \right\} dx, \quad (11)$$

$$\text{где } \lambda = \left[\Gamma\left(\frac{1}{2\alpha}\right)/\Gamma\left(\frac{3}{2\alpha}\right)\right]^{1/2}.$$

Соотношения, определяющие $P_{инстр}(\omega_1; \Omega_2)$ и $P_{инстр}(\omega_2; \Omega_1)$, могут быть представлены выражениями значительно более сложной формы, поэтому достаточно использовать выражения (6) и (7) совместно с (1) и (2). Кроме того, следует отметить, что раскрытие сложного аналитического представления, сохраняющего, например, Γ -функции, не дает значимого преимущества, так как программно осуществляется и прямое вычисление двойных интегралов.

Информационным обеспечением метода служит комплекс зависимостей и номограмм. В терминах целевого контроля, кроме показателей достоверности контроля, имеется возможность интерпретировать и такие обобщенные показатели, как средний уровень функционирования подсистемы, уровень гигиенического качества среды [28].

Целевой критерий

Целевой критерий должен быть на уровне единицы (100 % эффективности) при отсутствии отклонения НКП от нормативного значения (или от нулевого загрязнения — в случае мониторинга окружающей среды или радиационного контроля) и уменьшаться с различной скоростью при возникновении ухода НКП. В качестве наиболее подходящей по принципу простоты и широких возможностей аппроксимаций для ЦКК выбрана экспоненциальная зависимость вида $\exp[-0,693(x/x_0)^n]$, где x имеет значение текущего НКП, n является параметром формы ЦКК, а x_0 — параметр масштаба, который эквивалентен величине НКП, соответствующий снижению ЦКК в 2 раза.

Построение ЦКК связано с двумя этапами [19, 28]. *Первый этап* включает экспертное решение относительно того, какова степень снижения эффективности контролируемой подсистемы при различных отклонениях НКП от его нормального или специфицированного состояния. Этап содержит также задание реальной точности оценки НКП в процессе его контроля. *Второй этап* состоит в выборе параметра формы и масштаба ЦКК, которые обеспечивают аппроксимацию ЦКК. При этом оказывается удобным выбрать параметр масштаба (значения отклонения НКП, связанные со снижением эффективности на 50 %), который будет совпадать с аналогичным параметром экспертного ЦКК. В этом случае

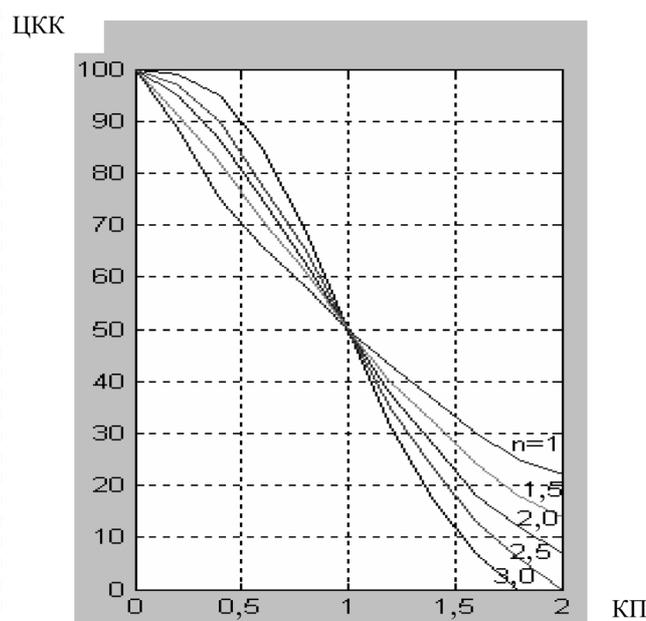


Рис. 2. Зависимость целевого критерия контроля (ЦКК, %) при различных значениях параметра формы ($n = 1; 1,5; 2; 2,5; 3$) в зависимости от величины контролируемого параметра (КП), выраженного в единицах параметра масштаба ЦКК

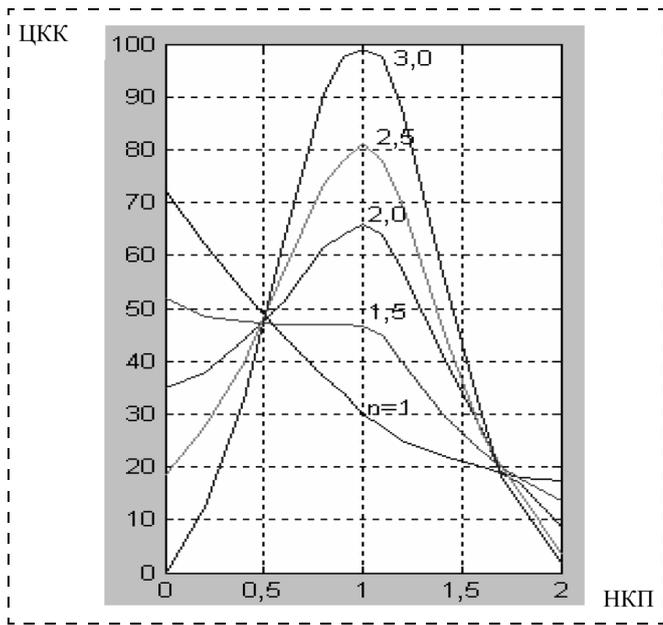


Рис. 3. Зависимость чувствительности ЦКК от изменения величины НКП при $n = 1; 1,5; 2; 2,5; 3$

аналитический вид ЦКК, привязанный к экспертным оценкам ЦКК в двух точках — 100 % и 50 % эффективности, легко адаптируется к требуемой зависимости с помощью простого подбора параметра формы n .

Вид ЦКК для различных значений параметра формы ($n = 1, \dots, 3$) и для масштабного параметра x_0 , равного единице, показан на рис. 2. На рис. 3 представлены кривые чувствительности этого критерия к изменению величины НКП. Чувствительность определяется как модуль производной ЦКК

$$\left| \frac{\partial E(x)}{\partial x} \right|_{x = \text{НКП}}$$

и обычно имеет максимальное значение для случая, когда НКП равно величине масштабного параметра ЦКК (x_0).

Найденные значения параметров ЦКК в дальнейшем служат входом в расчетные зависимости показателей достоверности, которые имеются в графической форме или реализуются программно.

Компоненты показателей достоверности

Методическую компоненту показателей достоверности нельзя устранить или снизить простым увеличением точности приборно-аппаратурного (инструментального) контроля параметра, так как она является только отражением вероятностного распределения НКП, которое присутствует даже без дрейфа за пределы интервала ошибки измерения. Так что улучшение показателей достоверности связано с инструментальной компонентой.

Зависимость методической компоненты достоверности контроля (вероятности ложной диагностики $ВЛД_{мет}$ и вероятности недостаточной диагностики $ВНД_{мет}$) показаны на рис. 4.

Особое значение в повышении показателей достоверности контроля имеет инструментальная компонента и доля ее (η) в результирующих показателях вероятности ($P_{рез}$) ошибочных решений о состоянии объекта контроля при различном уровне Q контроля КП и ошибке измерения КП (рис. 5). Значения Q в единицах масштаба ЦКК указаны около кривых. Величина интервала Δ ошибки измерения КП дана в единицах уровня контроля КП (Δ/Q). Для $ВЛД \eta_{12} = P_{инстр}(\omega_1; \Omega_2)P_{рез}(\omega_1; \Omega_2)$ — рис. 5, а; для $ВНД \eta_{21} = P_{инстр}(\omega_2/\Omega_1)/P_{рез}(\omega_2/\Omega_1)$ — рис. 5, б.

Повышение точности измерения НКП действительно снижает величину вероятностей ошибочных решений. Однако это происходит до тех пор, пока доля инструментальной компоненты не становится существенно меньше доли методической компоненты. Когда это происходит, улучшение показателей достоверности резко замедляется и цена улучшения показателей путем повышения точности становится слишком высокой. Несоблюдение этого правила может привести (иногда приводило) к неоправданно высоким требованиям к инструментальному контролю. В случае чисто допускового контроля это, как следствие, приводило к недостаточно обоснованно высокой доле объектов, направляемых на обслуживание, к сокращению периода тренажа оператора по данным

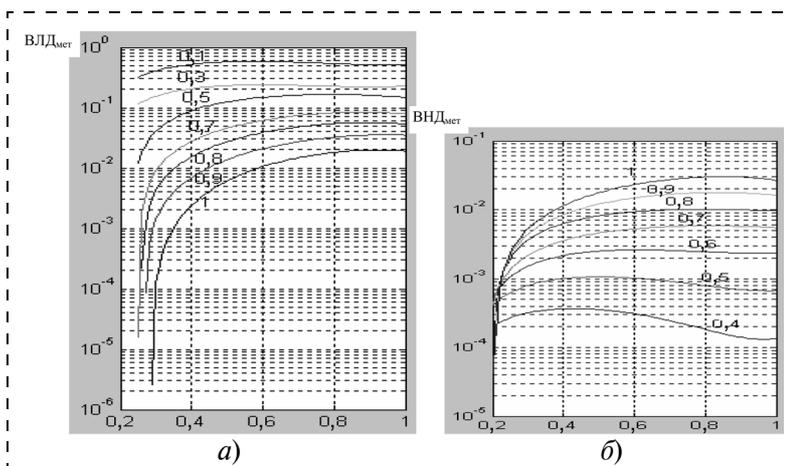


Рис. 4. Зависимость методической компоненты показателей достоверности контроля $ВЛД_{мет}$ (а) и $ВНД_{мет}$ (б) от величины среднеквадратичного рассеяния КП (указано на оси абсцисс) и уровня контроля КП в единицах масштабного параметра ЦКК (указан на кривых)

Примечание: Зависимости построены для ЦКК с параметром формы $n = 5$ и гауссова (нормального) распределения КП

медико-физиологического контроля или к дорогостоящим операциям по снижению уровней загрязнения на сложных участках технологии.

Если для краткости обозначить показатели достоверности (временно без различения на ВЛД и ВНД) через P , а полную величину показателя — через $P_{рез}$, то имеет место соотношение:

$$(P_{инстр})/P_{рез} + P_{мет}/P_{рез} = 1. \quad (12)$$

Поэтому, предполагая известными значения $\eta = (P_{инстр})/P_{рез}$ можно с помощью соотношения (12) получить $P_{рез} = P_{мет}/(1 - \eta)$, не используя при этом специальных графических зависимостей.

Величины отношения инструментальной и методической компонент достоверности

$$ВЛД_{инстр}/ВЛД_{мет} \text{ и } ВНД_{инстр}/ВНД_{мет}$$

в зависимости от интервала ошибки измерения НКП показаны на рис. 6, где параметром у кривых дано значение уровня контроля в единицах параметра масштаба ЦКК.

Примеры применения. Описанный метод построения показателей достоверности контроля по целевому критерию естественным образом адаптируется к области медико-технических исследований, в частности при подготовке специалистов (операторов по терминологии эргономики) для длительного, автономного обеспечения технических объектов, таких как водолазные полунатурные стендовые комплексы, транспортные глубоководные аппараты с новой энергетикой, отдельные объекты аэрокосмической техники. В области исследований, связанных с этими направлениями, при использовании полунатурных тренажеров необходим медико-физиологический контроль человека в субэкстремальных условиях. При этом имеют своеобразную специфику критерии, определяющие относительную эффективность состояния таких подсистем организма как система дыхания и сердечная деятельность. Исходными данными для контроля и, следовательно, для выработки ЦКК служит частота дыхания и частота сердечных сокращений, субэкстремальные нагрузки (физические, оперативно-тактические, температурные, гипербарические и др.). При контроле такие данные с учетом длительности тренажа и опыта, проводившихся

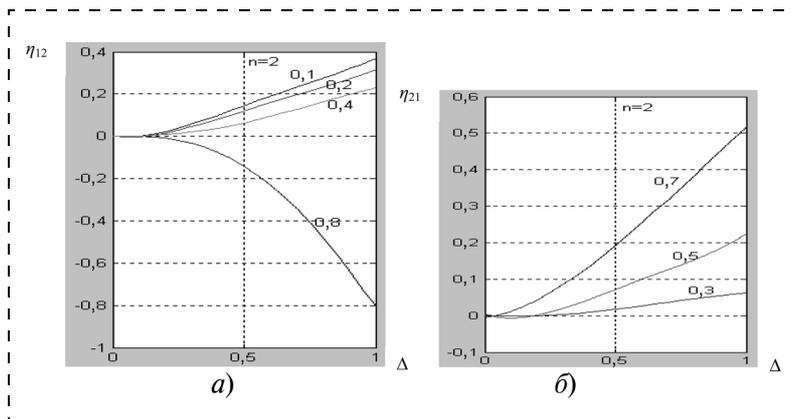


Рис. 5. Зависимость доли η инструментальной компоненты в результирующих вероятностях ошибочных решений о состоянии объекта контроля при различном уровне Q (указаны в единицах масштаба ЦКК около кривых) контроля КП и ошибке измерения КП (величина интервала Δ ошибки измерения КП дана в единицах уровня контроля КП (Δ/Q)): $a - \eta_{12}$; $b - \eta_{21}$

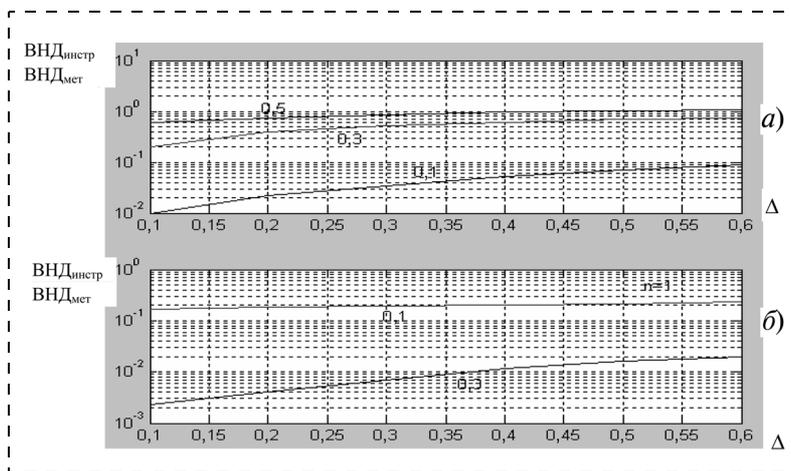


Рис. 6. Величины отношений инструментальной и методической компонент: $a -$ отношение приборно-аппаратурной (инструментальной) компоненты вероятности ложной диагностики ($ВЛД_{инстр}$) к методической компоненте этой вероятности ($ВЛД_{мет}$) при различных параметрах системы контроля: интервале Δ ошибки измерения НКП и уровне контроля НКП в единицах $\sigma_{НКП}$. Представленные зависимости соответствуют $\sigma_{НКП} = 0,1$; $b -$ зависимость вероятности отношения $ВНД_{инстр}$ к $ВНД_{мет}$ от Δ при различных значениях уровня контроля $УК_{НКП} = 0,1; 0,3$ (указаны на кривых); использован целевой критерий ЦКК с параметром формы $n = 1$

ранее экспериментов используются для выработки экспертных решений о характере и форме ЦКК.

Некоторые из таких критериев и значения соответствующих параметров формы для апробации различных вариантов экспертных критериев контроля показаны на рис. 7.

Другим примером возможного использования метода ЦКК может служить область радиационного контроля, где набор требований к точности измерения дозы (а чаще ее косвенной оценки) обусловлен формой целевого критерия контроля, в качестве

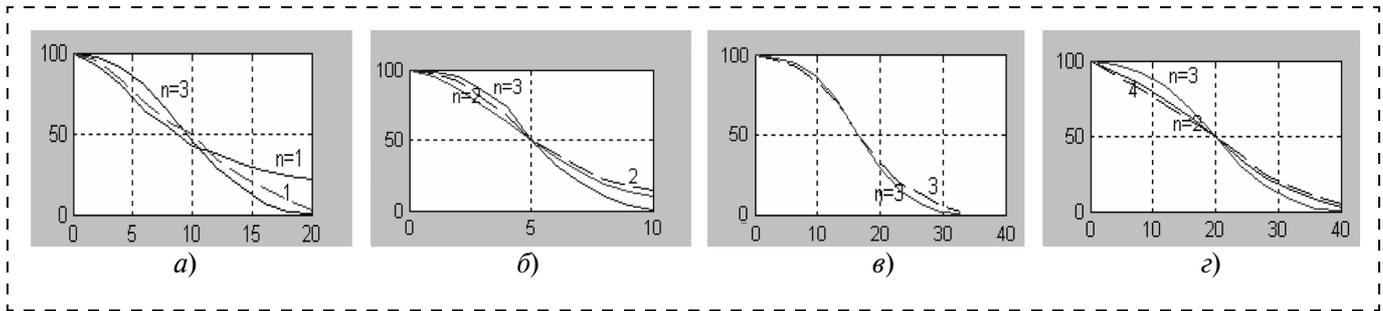


Рис. 7. Виды целевого критерия контроля по частоте дыхания (ЧД, мин⁻¹) — *а, б* и частоте сердечных сокращений (ЧСС, мин⁻¹) — *в, г* для условий контроля оператора при различных условиях профессиональной нагрузки или при длительной дозированной физической нагрузке. Пунктирные кривые (1–4) построены по данным экспертных критериев контроля, полученных по оценке снижения уровня функционирования контролируемой физиологической системы. Расчетные значения ЦКК (при $n = 1, n = 2$ и $n = 3$), аппроксимирующего экспертные критерии, даны сплошными кривыми:

а — расчетный ЦКК при $n = 1$ и $n = 3$ для 1-го варианта экспертного ЦКК по ЧД (по оси X дано отклонение $\Delta\text{ЧД}$ от нормального значения ЧД, мин⁻¹); *б* — аппроксимация 2-го варианта экспертного критерия контроля по ЧД при $n = 2$ и $n = 3$; *в* — сравнение расчетного ЦКК при $n = 3$ (вариант 3) с экспертным критерием контроля оператора по ЧСС (по оси X — $\Delta\text{ЧСС}$, мин⁻¹); *г* — аппроксимация другого экспертного критерия контроля (вариант 4) с помощью расчетного ЦКК при $n = 2$ и $n = 3$

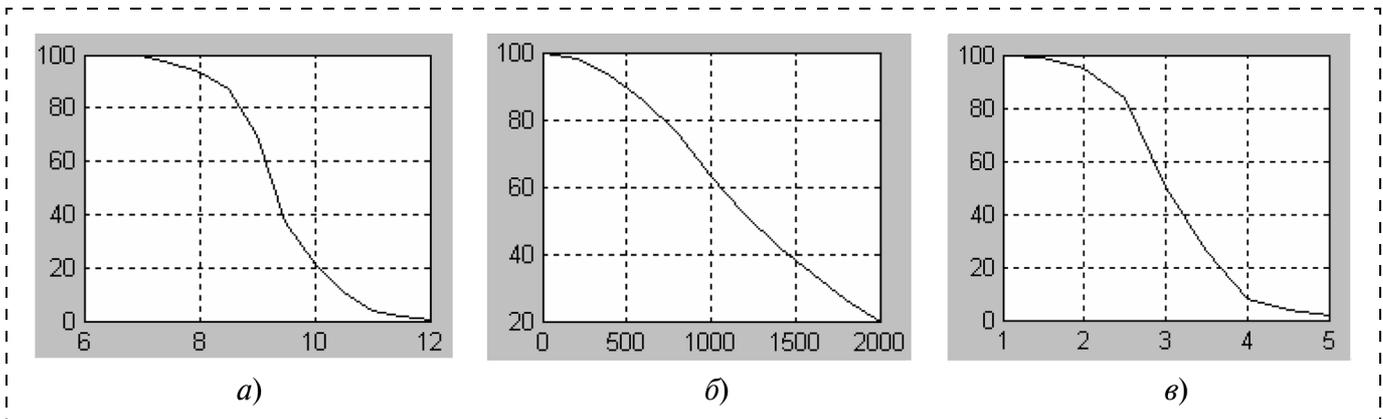


Рис. 8. Целевой критерий контроля в форме вероятности отсутствия радиационного повреждения после воздействия различных доз на органы человека (доза в единицах грей — по оси X);

а — модель ЦКК как вероятность отсутствия возникновения пневмонийных участков дыхательных путей при облучении; *б* — ЦКК как вероятность отсутствия поражения щитовидной железы при инкорпорации радиоактивного йода-131; *в* — вероятность отсутствия индуцированной облучением катаракты как модель ЦКК

которого принимается зависимость вероятности отсутствия радиационного повреждения от величины дозы (рис. 8).

Эти зависимости, по сути, являются зеркальным отражением экспериментально установленных зависимостей поражающего эффекта от дозы.

Заключение

Таким образом, разработан метод контроля определяющего параметра подсистемы (или объекта), отличающийся тем, что он базируется на формировании целевой концепции контроля, — на так называемом целевом критерии контроля. ЦКК является функцией, представляющей вероятность работоспособного состояния подсистемы при различных значениях НКП, и имеет вид $\exp[-0,693|x/x_0|^n]$,

где n и x_0 — параметры формы и масштаба ЦКК ($x = \text{НКП}$). Выбор значений параметров в ЦКК делает возможным, чтобы критерий аппроксимировал ЦКК (как вероятность состояния, адекватного задаче контроля при различной величине НКП), определенный экспертами исходя из общей концепции качества функционирования подсистемы при отклонении НКП от оптимального (специфицированного) значения. Дополнительно задается некоторое значение уровня контроля.

В качестве показателей достоверности приняты вероятности ошибочных решений о работоспособном состоянии контролируемой подсистемы. ПД (аналогично ошибкам I и II рода в теории принятия решений) относятся к двум видам: к вероятности недостаточной диагностики ВНД ("плохое" состояние ω_2 подсистемы и "хорошее" решение Ω_1 о ней)

и к вероятности ложной диагностики ВЛД ("хорошее" состояние ω_1 системы и решение Ω_2 о том, что состояние "плохое").

Полученные показатели достоверности контроля зависят от ЦКК, плотностей распределения НКП, погрешности его измерения и от уровня контроля. В аналитическом выражении ПД для распределения НКП предусмотрен экспоненциально-степенной закон (ЭСЗ), для которого распределение Гаусса (нормальное) является частным случаем при значении параметра формы $\alpha = 2$ в ЭСЗ. ПД получают с помощью расчетных графиков или программно.

В ПД выделены методическая и инструментальная компоненты и определен их вклад в общие ПД (в вероятности ложной и недостаточной диагностики). Методическая компонента дает достижимый предел величины ПД при точном измерении КП. Решение "обратной задачи" позволяет исходя из задания ЦКК по требуемой величине ПД находить приемлемые уровни контроля и необходимую точность измерения КП.

Представлены примеры ЦКК для задач медико-технического контроля: контроля частоты сердечных сокращений у операторов в условиях тренажера и ЦКК для радиационного контроля по схеме "доза облучения — уровень биологического повреждения".

Список литературы

1. Жуковский Г. Н., Вихорева С. В., Сытник Т. Н., Титов С. Н. Адаптивная форма управления спортивным тренажером и информационным тестированием оператора в биотехнической системе // Сб. "Адаптивные системы и их применение": Труды Всесоюзной научно-технической конференции. — М.: Изд. Науч. совета "Кибернетика" АН СССР, 1983. — С. 69—72.
2. Гусев М. А., Лысенко П. И., Малыхин В. М. Методические вопросы контроля состояния человека в эрготехнической системе // Сб. "Эффективность и качество эрготехнических систем": Труды VII Всесоюзного симпозиума. — М.: Изд. Науч. совета "Кибернетика" АН СССР, 1984. — С. 135—136.
3. Комарова И. А., Малыхин В. М., Сытник Т. И. Опыт использования ЭВМ при проведении исследований комплекса технических средств как биотехнической системы // Сб. "Применение ЭВМ в проведении и создании сложных систем": АСНИ-85 (Материалы межотраслевой научно-технической конференции). Л.: Изд. ЦНИИ им. А. Н. Крылова, 1985. — С. 101—103.
4. Гусев М. А., Малыхин В. М., Шалаев И. Л. Задачи оптимизации процедур контроля при медико-технических исследованиях сложных объектов // Там же. С. 122—124.
5. Алексеев П. Н., Комарова И. А., Подкуров В. В., Ровный А. Н. Организация базы данных и программных средств анализа состояния и работоспособности человека в условиях гипербарической среды // Сб. "Физиологические механизмы действия факторов гипербарической среды на организм человека". — Л.: Изд. Института эволюционной физиологии и биохимии АН СССР, 1986. — С. 129—135.
6. Гусев Б. В., Гусев М. А., Малыхин В. М. Система автоматизированного моделирования радиационного фактора воздействия в поле выброса транспортной энергоустанов-

- ки // Материалы ЦНТИ. — Л.: Изд. Центра научно-технической информации, № 49-83, 1983. — С. 1—4.
7. Арутюнов П. А. Теория и применение алгоритмических измерений. — М.: Изд. Энергоатомиздат, 1990. — 256 с.
 8. ГОСТ 23564—79. Показатели диагностирования. — М.: Изд. Стандарты, 1980. — 16 с.
 9. Никитин А. Д. Перспективы использования многомашиных систем автоматизации стендовых исследований // Сб. "Использование ЭВМ при проектировании судовых систем". — Л.: Изд. Института повышения квалификации Минсудпрома, 1979. — С. 115—119.
 10. Глазунов Л. П., Смирнов Ф. Н. Проектирование технических систем диагностирования. — Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отделение, 1982. — 168 с.
 11. Детков В. А. Контроль динамических систем. — Л.: Энергия, Ленингр. отделение, 1978. — 82 с.
 12. Богомолов А. М., Сперантский Д. В. Аналитические методы в задачах контроля и анализа дискретных устройств. — Саратов: Изд. Саратовского университета, 1986. — 238 с.
 13. Евланов Л. Г. Контроль динамических систем. — М.: Наука, 1979. — 432 с.
 14. Загруднинов Г. М. Достоверность автоматизированного контроля. — Казань: Изд. Казанского университета, 1980. — 180 с.
 15. Мироновский Л. А., Слаев В. А. Инварианты в метрологии и технической диагностике // Измерительная техника. — 1996. — № 6. — С. 3—15.
 16. Недосекин Д. Д., Прокопчина С. В., Чернявский Е. А. Информационные технологии измерительных процессов. — С.-Петербург: Энергоатомиздат. С.-Петербургское отделение, 1995. — 178 с.
 17. Лебедев О. В., Пестриков В. Е. Оптимизация условий спектрметрических измерений в радиационной защите // III International Congress of Intern. Radiation Association (III Congress IRPA). — Washington, 1973. — P. 60—62.
 18. Белле Ю. С., Малыхин В. М., Мордберг Е. Л., Шалаев И. Л. Содержание свинца-210 шахтеров как показатель кумулятивной экспозиции дочерних продуктов радона // Сб. "Дозиметрия и радиометрия ионизирующих излучений и радиационная безопасность". — М.: Изд. ЦНИИ АТОМ-ИНФОРМ, 1980. Часть IV. — С. 110—120.
 19. Малыхина Г. Ф., Исаева Л. Д. Пакет программ для идентификации моделей ГТД по экспериментальным данным. Фонд алгоритмов и программ НИВЦ МГУ, 1987. — 90 с.
 20. Малыхина Г. Ф. Оптимизация характеристик допускового контроля при автоматизации проектирования // Труды Ленингр. политехнического института. — 1981. — № 377. — С. 37—40.
 21. Донецкая Т. В., Малыхина Г. Ф. Критерии технической эффективности систем автоматизированного контроля // Труды Ленингр. политехнического института. — 1984. — № 381. — С. 85—88.
 22. Назаров И. А. К вопросу об энтропийных коэффициентах // Известия ЛЭТИ. — 1965. — Вып. 66. — Ч. 1. — С. 21—23.
 23. Новицкий П. В., Зограф И. А. Оценка погрешностей результатов измерения, 2-е изд.-е. — Л.: Энергоатомиздат, С.-Петербургское отделение, 1991. — 304 с.
 24. Меркушева А. В. Фильтрация нестационарного сигнала (речи) в вейвлет-области с адаптацией к виду и динамике шума // Научное приборостроение. — 2003. — Т. 13. — № 3. — С. 84—94.
 25. Уилкс С. Математическая статистика. — М.: Главная редакция физико-математической литературы, 1967. — 632 с.
 26. Справочник по прикладной статистике / Под редакцией Д. Ллойда, У. Лидермана: Пер. с англ. — М.: Финансы и статистика, 1989. Том 1, 510 с. Том 2. — 490 с.
 27. Хостингс Н., Пикок Дж. Справочник по статистическим распределениям: Пер. с англ. — М.: Статистика, 1980. — 94 с.
 28. Малыхин В. М. Надежные показатели в задачах контроля радиационного загрязнения объектов окружающей среды // Экологическая экспертиза. — М.: Изд. ВИНТИ, 1997. — № 3. — С. 29—34.

УДК 556.535

Н. Н. Красногорская, д-р технич. наук, проф., **Т. Б. Фашевская**, канд. географ. наук, **А. Н. Елизарьев**, канд. географ. наук, **А. В. Головина**, асп.
Уфимский государственный авиационный технический университет,
Республика Башкортостан, г. Уфа

Оценка изменений водности реки Белой как фактора обеспечения безопасности жизнедеятельности человека

Проведен анализ изменений водности реки Белой за многолетний период под влиянием антропогенных и климатических факторов методом статистической однородности временных рядов. Выявлен вклад различных сезонов в изменение водности.

Ключевые слова: многолетние и сезонные колебания водности водных объектов, расход воды, хозяйственная деятельность человека, климатические факторы, водопотребление, водообеспеченность территории, наводнение, половодье, летне-осенняя межень, зимняя межень, статистическая однородность временных рядов, статистический критерий.

Krasnogorskaya N. N., Fashchevskaya T. B., Elizariyev A. N., Golovina A. V. Evaluation of water content changes of Belaya river as a factor of humanbeing safety

The analysis of water content changes of Belaya river was made during many years. It shows the results of the influence of humanbeing and climate factors, and the method of the statistical homogeneity peculiar parameter was used. The influence of different seasons on changing water content of Belaya river was revealed.

Keywords: perennial and seasonal fluctuations of river water content, run-off, human factors, climate factors, water usage, water supply, flood, overflow, summer and autumn normal water level, winter normal water level, statistical homogeneity peculiar parameter, statistical criterion.

Введение

Колебания водности водных объектов определяются климатическими факторами и хозяйственной деятельностью человека [1, 2]. Оценка изменений водных ресурсов рек в результате воздействия человека на окружающую среду в последние десятилетия осложнилась наметившимися изменениями глобального климата, которые определяют не только изменения водного баланса территории, но и степень трансформации стока при наличии водохозяйственных преобразований на водосборах [3].

Изменения климатических характеристик, обусловленные глобальным потеплением в результате

увеличения содержания в атмосфере парниковых газов, неизбежно повлекут за собой перераспределение водных ресурсов как во времени, так и в пространстве [2, 4]. Изменение водных ресурсов приведет к переоценке условий эксплуатации водохозяйственных систем [3].

Проблемы, связанные с изменениями водных ресурсов и гидрологического режима водных объектов, имеют решающее значение для экономического развития, обеспечения жизненных потребностей и безопасности населения, рационального природопользования и сохранения окружающей природной среды [4].

Для территории России за последние 50 лет антропогенные и климатические факторы претерпели весьма существенные изменения в результате процессов глобального и регионального потепления и кардинальных преобразований в социально-экономической сфере. Это в значительной степени повлияло на водные ресурсы, водопотребление и режим водных объектов: изменилось распределение водообеспеченности по территории страны, отмечается увеличение катастрофических наводнений и паводков, изменился ледовый режим рек и озер, интенсивно растут ущербы от вредного воздействия вод в различных регионах и отраслях экономики [4, 5].

Анализ состояния водных ресурсов рек в условиях антропогенного и климатического влияний проводился для рек Днестр (Е. Д. Гопченко, Н. С. Лобода [3]), Волга и Сырдарья (Г. Х. Исмаилов, В. М. Федоров [6, 7]), рек Армении (Т. Г. Варданян [8]) и Урала (Д. Е. Клименко [9]). В монографии И. А. Шикломанова [4] рассматривается современное состояние проблемы и излагаются методы учета и оценки влияния различных видов хозяйственной деятельности на гидрологический режим и водные ресурсы применительно к различным физико-географическим условиям. В. З. Родионов выполнил оценку влияния комплекса факторов в хозяйственной деятельности на годовой и весенний сток для бассейна реки Тобол [9]. Для оценки изменений стока рек Донбасса под влиянием всего комплекса водохозяйственных мероприятий А. Б. Заводчиков [10] проанализировал хронологические

графики годовых значений стока, атмосферных осадков, их модульных коэффициентов и коэффициентов стока, двойные (суммарные) интегральные кривые стока и осадков за многолетний период, а также графики связи стока исследуемых рек со стоком рек-аналогов. А. Г. Булавко [11] для оценки гидрологических последствий хозяйственной деятельности на территории Белоруссии, Украины и Молдавии применил метод совместного анализа рядов стока со стокообразующими факторами и дифференцированной оценки влияния каждого из видов хозяйственной деятельности.

Основным звеном водного хозяйства Республики Башкортостан являются водные ресурсы бассейна реки Белой. Объем стока в устье реки в средний по водности год составляет $30,0 \text{ км}^3$ [12]. Река Белая используется для водозабора, сброса сточных вод, добычи в качестве строительных материалов песков, песчано-гравийных смесей и галечников. В русле реки Белой выполняются землечерпательные и выправительные работы, направленные на улучшение судоходных условий, строительство водохранилищ [5]. Водосборная площадь реки Белой составляет 72,2 % от территории Республики. В бассейне реки формируется до 82 % годового республиканского речного стока [13]. Исследование изменений водности реки Белой за многолетний период под влиянием антропогенных и климатических факторов является актуальным.

Предмет исследования

По данным Отдела водных ресурсов Камского бассейнового водного управления по Республике Башкортостан, в 2006 г. из водных объектов в бассейне реки Белой 1590 водопользователями забрано $0,852 \text{ км}^3$ воды, в том числе:

- ✓ 55,7 % — на промышленные нужды;
- ✓ 34,6 % — на хозяйственно-питьевые нужды;
- ✓ 2,5 % — на сельхозводоснабжение;
- ✓ 1,3 % — на орошение;
- ✓ 3,1 % — на поддержание пластового давления;
- ✓ 2,8 % — на другие нужды.

Река Белая протекает в пределах Южного Урала, и является рекой II порядка в бассейне реки Волги. Характеризуется внутригодовой неравномерностью стока воды. Преимущественное питание реки — снеговое, основная доля стока приходится на весеннее половодье. Наибольшая водность (до 60 %) приходится на половодье (апрель—май). На летне-осенний (июнь—ноябрь) и зимний периоды (декабрь, январь, февраль, март) в маловодные годы может приходиться примерно одинаковый объем стока (20 %) [8, 14].

Для проведения исследования выбраны четыре гидрометрических поста, расположенных на реке

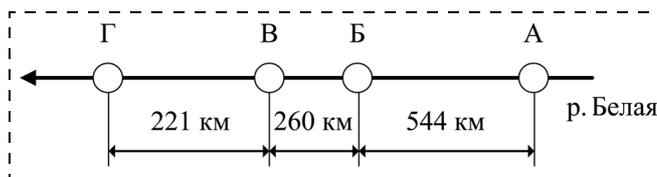


Рис. 1. Схема расположения гидрометрических постов на реке Белой (стрелкой указано направление течения реки Белой)

Белой: створ А (верховье реки), створ Б и В (среднее течение), створ Г (нижнее течение). Схема расположения постов приведена на рис. 1.

Выбор постов обусловлен возможностью оценить изменения водности от истока до устья реки. Использовались данные наблюдений за гидрологическим режимом водотока Башкирского территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Баш. УГМС) за период с 1936 г. по 2006 г. опубликованные в материалах Государственного водного кадастра.

На рис. 2 приведены графики внутригодового изменения расходов воды в различные по водности годы. Как видно из этого рисунка изменение среднемесячных расходов воды реки Белой внутри года составляет 10—41 раз в маловодные годы, 15—29 раз в многоводные годы.

Для оценки изменения водности реки Белой за рассматриваемый период построены графики изменения среднегодовых расходов воды (рис. 3), из которых следует, что в последние годы по всему течению реки заметна тенденция увеличения значений среднегодовых расходов воды.

Для подтверждения тенденции увеличения водности реки Белой в последние годы использовался метод, основанный на анализе статистической однородности временных рядов. Анализ статистической однородности временных рядов включает в себя два этапа: графический и подтверждения существенности нарушения однородности с помощью статистических критериев [15].

Для проведения графического анализа по исследуемым постам построены суммарные кривые вида $\Sigma Q = f(t)$, где в качестве функции рассматривался среднегодовой расход воды, нарастающий в зависимости от времени t (рис. 4). Из графиков на рисунке видно, что происходит отклонение суммарных кривых от прямых усредняющих линий, свидетельствующее о неоднородности рядов среднегодовых расходов воды. Так, в створах А, Б, В и Г выделены три периода неоднородности рядов среднегодовых расходов воды.

На основе графического анализа рядов среднегодовых расходов воды в исследуемых постах выделены статистически однородные временные интервалы, приведенные в табл. 1.

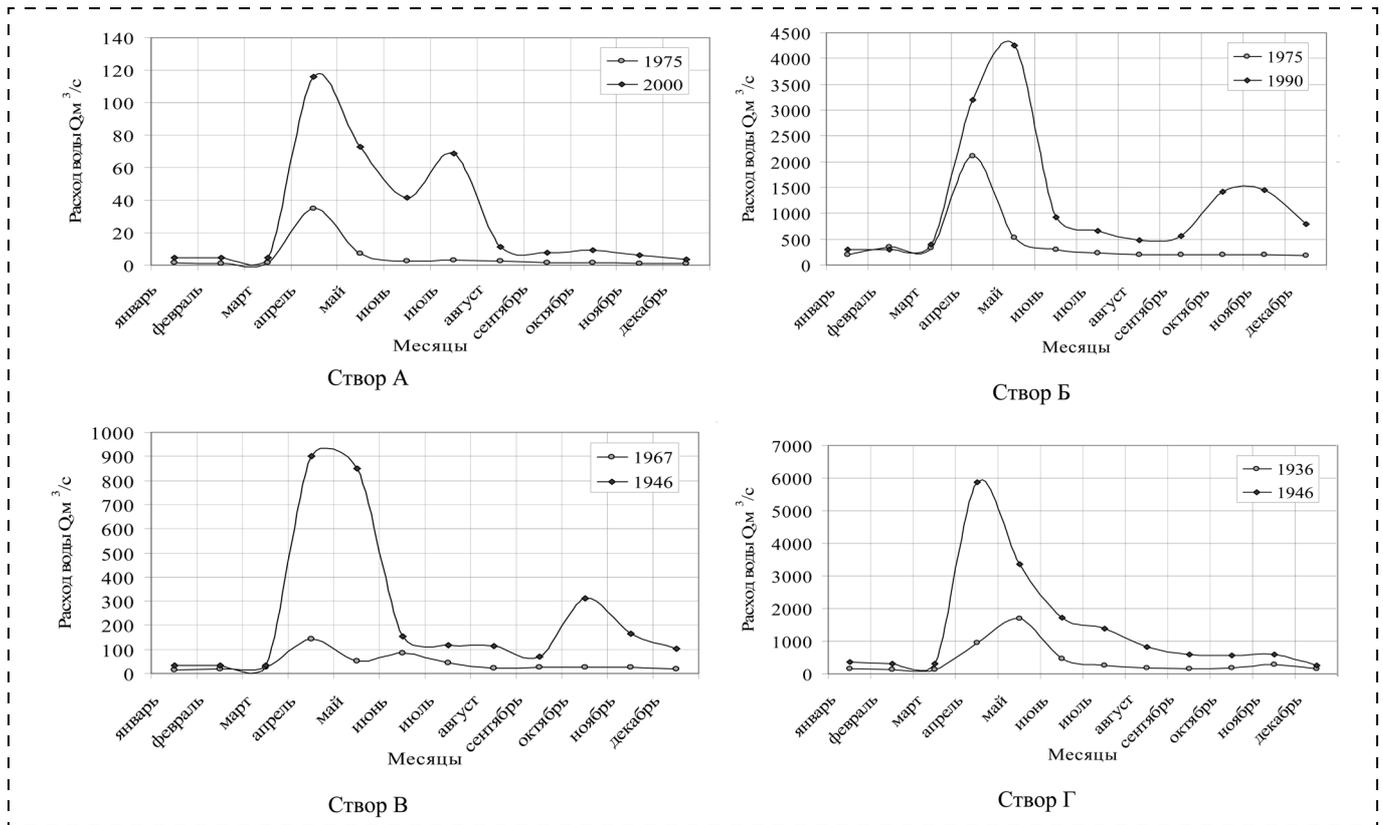


Рис. 2. Внутригодовое изменение стока воды реки Белой в различные по водности года в исследуемых постах за период 1936–2006 гг. (● — многоводный год, ○ — маловодный год)

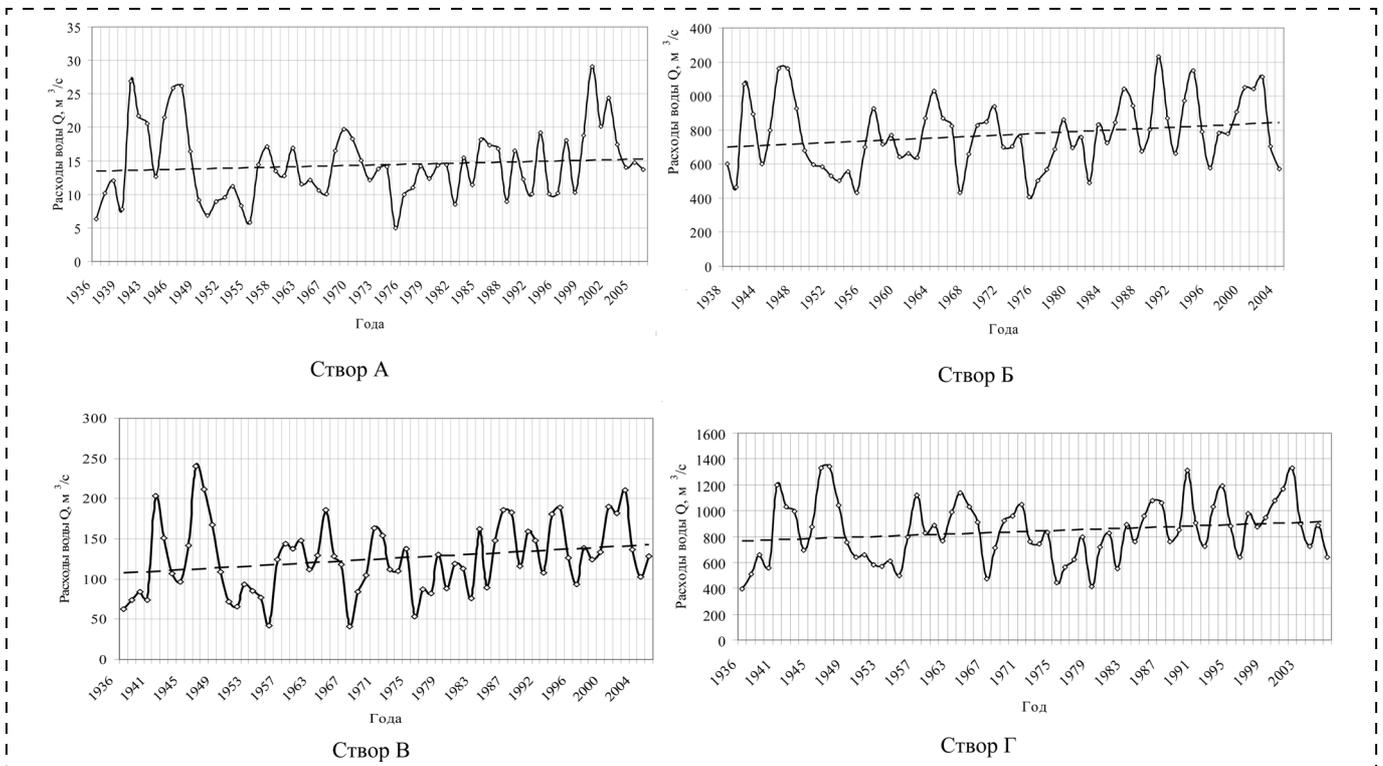


Рис. 3. Изменение средних годовых расходов воды реки Белой в исследуемых постах за период 1936–2006 гг. (штриховой линией обозначены линии тренда)

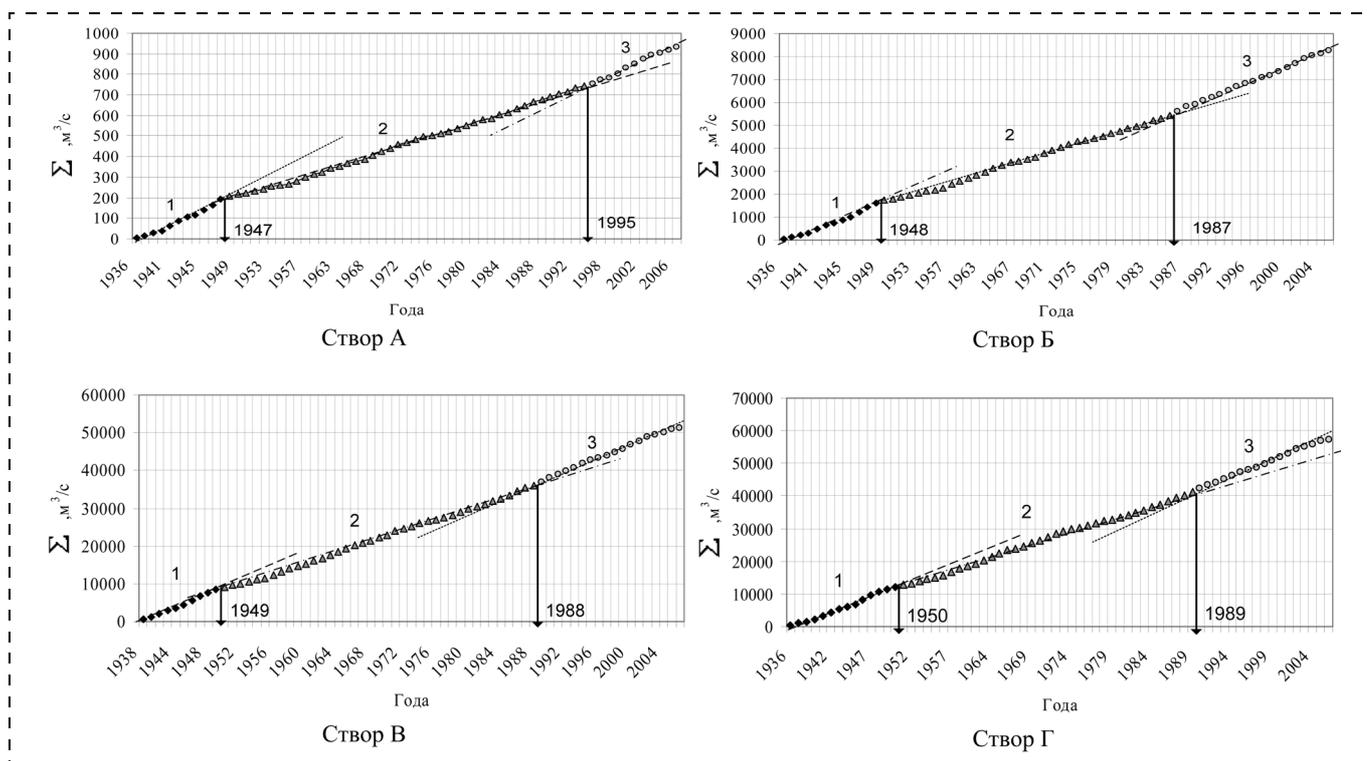


Рис. 4. Изменение набегающей суммы среднегодовых расходов воды реки Белой в исследуемых постах за период 1936—2006 годы (разными маркерами обозначены прямолинейные участки суммарных кривых)

Для подтверждения достоверности установленного нарушения однородности рядов среднегодовых расходов воды проводился статистический анализ существенности нарушения по критериям Фишера (F), Стьюдента (St) и Вилкоксона (U) при уровне значимости 0,2 % (доверительном уровне 99,8 %). Результаты статистического анализа подтвердили правомерность хронологического разделения.

Таблица 1

Статистически однородные временные интервалы, выделенные на основе графического анализа рядов среднегодовых значений расходов воды реки Белой

Гидрологический пост	№ периода	Начало периода	Конец периода
А	1	1936	1947
	2	1948	1995
	3	1996	2006
Б	1	1936	1948
	2	1949	1987
	3	1988	2006
В	1	1936	1949
	2	1950	1988
	3	1989	2006
Г	1	1936	1950
	2	1951	1989
	3	1990	2006

Как видно из табл. 1 и 3 с конца 1950-х годов до конца 1990-х годов происходит поэтапное уменьшение водности реки Белой от истока к устью, а в период с конца 1990-х — середины 2000-х годов до настоящего времени происходит увеличение водности Белой. В период понижения водности уменьшение среднегодовых расходов воды составляет 1,09 (створ Г) — 1,36 (створ А) раза. В период увеличения водности повышение среднегодовых расходов воды составляет 1,21 (створ Г) — 1,36 (створ А) раза. При этом наиболее чувствительным к изменению водности оказался верхний участок реки (створ А), а наименее чувствительным — нижний (створ Г).

Как показано на рис. 2, исследуемые посты характеризуются неравномерным внутригодовым распределением водности реки, поэтому также анализировались межсезонные изменения стока реки Белой. Для этого построены графики изменения среднесезонных значений расходов воды по всем исследуемым постам. Для примера на рис. 5 показано изменение расходов воды по сезонам за период 1936—2006 годы для створа А.

Анализ кривых, приведенных на рис. 5, показал, что в створе А расход воды увеличивается в последние годы в период весеннего половодья и зимней межени. В створах Б, В и Г (рисунки не приведены) заметно увеличение расхода воды в период зимней

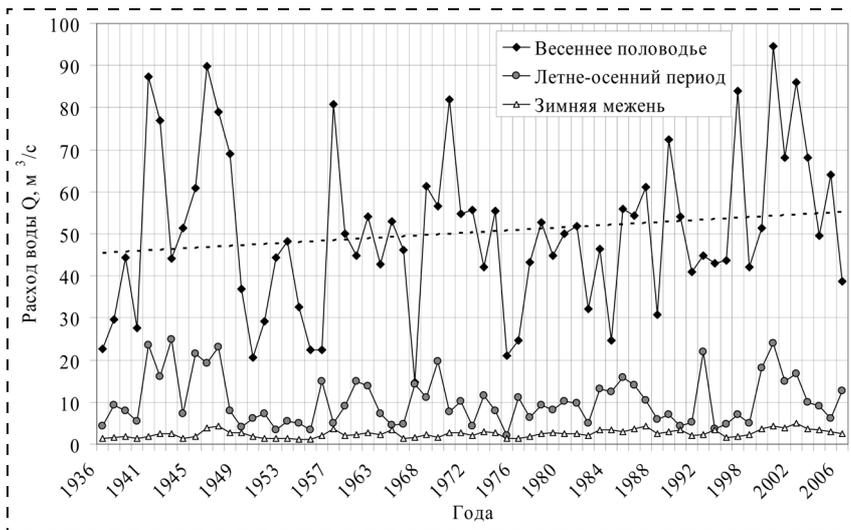


Рис. 5. Межсезонные изменения расходов воды реки Белой в створе А за период 1936–2006 гг. (штриховой линией показана линия тренда)

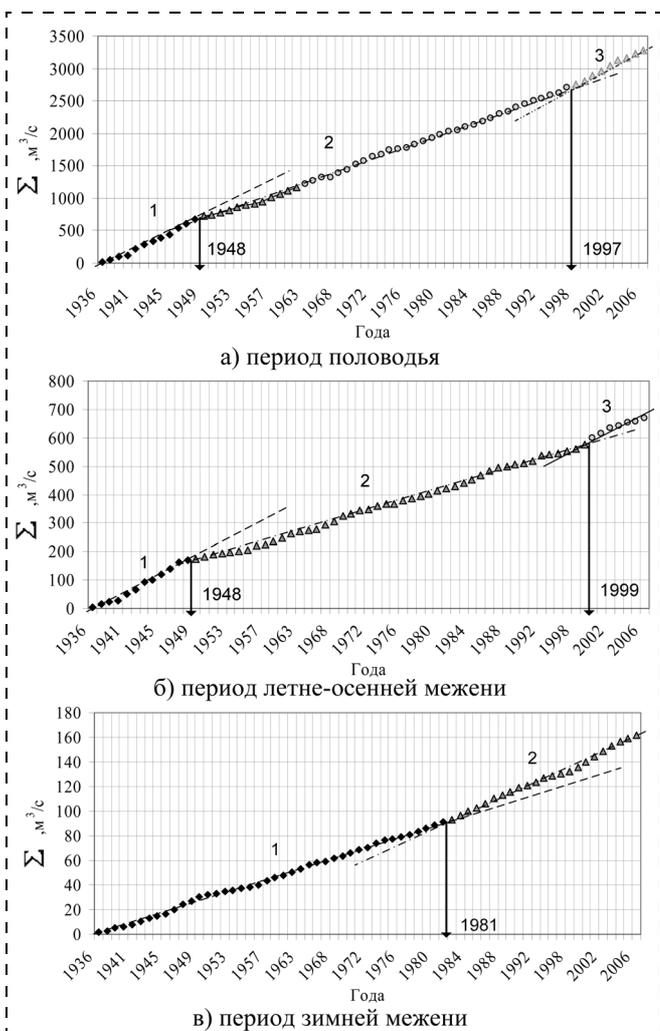


Рис. 6 Изменение набегающей суммы среднесезонных расходов воды в реке Белой в створе А в различные сезоны года за период 1936–2006 гг. (различными маркерами обозначены прямолинейные участки суммарных кривых)

и летне-осенней межени. Для определения точных границ временных интервалов статистически однородных величин расходов воды в различные фазы водного режима построены графики набегающей суммы расходов воды в реке Белой по всем исследуемым постам. Для примера на рис. 6 приведены результаты графического анализа межсезонных колебаний водности реки в створе А.

Из графиков видно, что происходит отклонение суммарных кривых от прямых усредняющих линий, свидетельствующее о неоднородности рядов среднесезонных расходов воды. Так для створа А в период половодья и период летне-осенней межени

Таблица 2

Статистически однородные временные интервалы, выделенные на основе графического анализа рядов среднесезонных расходов воды реки Белой

Гидрологический пост	Фаза водного режима	№ периода	Начало периода	Конец периода
А	Половодье	1	1936	1948
		2	1949	1997
		3	1998	2006
А	Летне-осенняя межень	1	1936	1948
		2	1949	1999
		3	2000	2006
А	Зимняя межень	1	1936	1981
		2	1982	2006
		3	2006	2006
Б	Половодье	1	1936	2006
	Летне-осенняя межень	1	1936	1948
		2	1949	1983
3		1984	2006	
Б	Зимняя межень	1	1936	1968
		2	1969	1996
		3	1997	2006
В	Половодье	1	1936	2006
	Летне-осенняя межень	1	1936	1949
		2	1950	1983
3		1984	2006	
В	Зимняя межень	1	1936	1959
		2	1960	1983
		3	1984	2006
Г	Половодье	1	1936	1971
		2	1972	1984
		3	1985	2006
Г	Летне-осенняя межень	1	1936	1949
		2	1950	1983
		3	1984	2006
Г	Зимняя межень	1	1936	1957
		2	1958	1983
		3	1984	2006



Таблица 3

Результаты анализа изменения расходов воды р. Белой в различные фазы водного режима и в среднем за год по исследуемым постам за период 1936—2006 гг., кратность изменения (↑ — увеличение стока, ↓ — уменьшение стока)

Пост	Фаза водного режима									Среднегодовой расход воды			
	Половодье			Летне-осенняя межень			Зимняя межень			Период	↑	↓	Кратность общего увеличения
	Период	↑	↓	Период	↑	↓	Период	↑	↓				
А	1936—1948 1949—1997 1998—2006	— 1,24	1,60 —	1936—1948 1949—1999 2000—2006	— 1,51	1,61 —	1936—1981 1982—2006	1,41	—	1936—1947 1948—1995 1996—2006	— 1,36	1,36 —	1,00
Б	1936—2006	—	—	1936—1948 1949—1983 1984—2006	— 1,44	1,33 —	1936—1968 1969—1996 1997—2006	2,23 1,13	—	1936—1948 1949—1987 1988—2006	— 1,28	1,19 —	1,08
В	1936—2006	—	—	1936—1949 1950—1983 1984—2006	— 1,34	1,28 —	1936—1959 1960—1983 1984—2006	1,45 1,27	—	1936—1949 1950—1988 1989—2006	— 1,19	1,17 —	1,01
Г	1936—1971 1972—1984 1985—2006	— 1,27	1,30 —	1936—1949 1950—1983 1984—2006	— 1,33	1,16 —	1936—1957 1958—1983 1984—2006	1,43 1,38	—	1936—1950 1951—1989 1990—2006	— 1,21	1,09 —	1,11

ни можно выделить по три временных интервала, а в период зимней межени — два временных интервала неоднородности рядов расходов воды.

В среднем течении реки (в створах Б и В) в период половодья отклонения суммарных кривых от прямых усредняющих линий не наблюдаются, что свидетельствует об однородности рядов среднесезонных расходов воды в этот период. В табл. 2 приведены временные интервалы, выделенные по результатам графического анализа однородности рядов среднесезонных расходов воды по исследуемым постам.

По результатам проведенного анализа пространственно-временной динамики водности реки Белой составлена табл. 3.

Как видно из табл. 2 и 3 в период половодья среднесезонный расход воды остается неизменным в среднем течении реки (створ Б, В). В створе А с конца 1950-х годов заметно уменьшение водности (в 1,60 раз), а с конца 2000-х годов — увеличение водности (в 1,24 раза). В нижнем течении реки Белой (створ Г) с начала 1980-х отмечено уменьшение водности, а с середины 1990-х увеличение водности реки Белой. В период уменьшения водности понижение расходов воды составляет 1,30 раз, а в период увеличения водности повышение средних расходов воды составило 1,27 раза. В период летне-осенней межени с конца 1950-х годов до начала 1990-х происходит уменьшение водности реки Белой по всему течению от истока до устья. В период уменьшения водности понижение средних расходов воды составляет 1,16 (створ Г) — 1,61 (створ А) раза. В середине 1990-х происходит увеличение водности реки Белой в среднем течении от створа Б до створа Г. В период увеличения водности повышение сред-

них расходов воды составляет 1,33 (створ Г) — 1,44 (створ Б) раза. В створе А увеличение водности отмечено с начала 2000-х годов, что привело к повышению среднегодовых расходов воды по сравнению с предыдущим периодом в 1,51 раз. В период зимней межени в створе А с начала 1990-х происходит увеличение водности реки Белой. В период увеличения водности повышение средних расходов воды составляет 1,41 раза. В створе Б отмечено поэтапное увеличение водности реки Белой: с конца 1970-х годов происходит увеличение средних расходов воды в 2,23 раза, в конце 2000-х годов — увеличение расходов в 1,13 раза. В створе В отмечено поэтапное увеличение водности реки Белой: в конце 1960-х годов происходит повышение расходов воды в 1,45 раза, в начале 1990-х увеличение средних расходов в 1,27 раза. В створе Г отмечено поэтапное увеличение водности реки Белой: с конца 1960-х годов происходит повышение расходов воды в 1,43 раза, в начале 1990-х увеличение среднегодовых расходов в 1,38 раза.

Из данных табл. 3 видно, что изменения водности реки Белой, наблюдаемые за различные временные интервалы в исследуемый многолетний период, характеризуются следующими особенностями:

- ✓ в период половодья кратность уменьшения водности реки 1,30—1,60 раз в верхнем и в нижнем течении, соответственно, до конца 2000-х годов и конца 1990-х годов, компенсируется последующим ее увеличением в водности 1,24—1,27 раза; среднее течение реки характеризуется стабильностью условий водопользования;
- ✓ в летне-осенний период уменьшение водности водотока, наметившееся с конца 1950-х годов,



компенсируется ее увеличением с середины-конца 1990-х годов; кратность уменьшения расходов воды в начальный период составляет 1,16—1,61 раза, кратность увеличения расходов воды в последующий период составляет 1,33—1,51 раза; ✓ в период зимней межени общее увеличение водности за исследуемый период составило 1,41—2,23 раза.

Заключение

Проведенная оценка изменений водности реки Белой как фактора обеспечения безопасности жизнедеятельности человека за многолетний период (1936—2006 годы) методом статистической однородности временных рядов показала следующее.

Наблюдается повышение водности в реке Белой с конца 1990-х — начала 2000-х годов по всему ее течению на 8 % (створ Б), 1 % (створ В), 11 % (створ Г). Увеличение водности позволяет увеличить объем забираемой из природных источников воды. Однако увеличение водности приводит к увеличению вероятности возникновения катастрофических паводков и наводнений. Увеличения расходов воды приводят к разрушению построек на берегах рек, мостовых и подводных переходов через реки и различных сооружений, связанных с использованием водных (речных) ресурсов.

Увеличение значений среднегодовых расходов воды в реке Белой связано с увеличением расходов воды в зимнюю межень. Как известно, увеличение водности не может не затрагивать жизнь и деятельность людей в речных долинах, так как решающая экологическая роль речного стока в формировании водных и околородных экосистем. Главным и решающим фактором воздействия на водные экосистемы является изменение абиотической составляющей — гидрологического режима водотоков и водоемов и, как результат этих изменений, воздействие на биотическую составляющую. Поэтому изменение водности реки требуют анализа и прогноза своего развития на ближайшие годы с целью предупреждения и предотвращения, нежелательных для человека последствий своего проявления.

Список литературы

1. Шикломанов И. А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. — Л.: Гидрометеиздат, 1989. — 267 с.
2. Шикломанов И. А., Георгиевский В. Ю. Влияние климатических изменений на ресурсы и водный режим рек России. — М., 2003. — 173 с.
3. Гопченко Е. Д., Лобода Н. С. Оценка возможных изменений водных ресурсов Украины в условиях глобального потепления // Гидробиологический журнал. — 2000. — Т. 36. — № 3. — 67—78 с.
4. Шикломанов И. А. Влияние изменений климата на водные ресурсы и гидрологический режим и социально-экономические последствия; мероприятия по адаптации и уменьшению негативных явлений // Метеорология и гидрология. — 1991. — № 4. — С. 51—67.
5. Беркович К. М., Злотина Л. В., Турыкин Л. А. Антропогенные деформации русла реки Белой // Эрозия почв и русловые процессы. — Вып. 13. — М., 2001. — 184—203 с.
6. Исмаилов Г. Х., Федоров В. М. Межгодовая изменчивость и взаимосвязь элементов водного баланса бассейна р. Волги // Водные ресурсы. — Том 35. — 2008. — № 3. — 259—277 с.
7. Исмаилов Г. Х., Федоров В. М. Оценка возможных антропогенных изменений стока р. Сырдарья на основе математической модели // Водные ресурсы. — Том 34. — 2007. — № 4. — 389—403 с.
8. Вардамян Т. Г. Особенности изменения годового стока рек Армении // Новые подходы и методы в изучении природных и природно-хозяйственных систем: Материалы международной конференции. — Алматы, 2006. — 169—177 с.
9. Клименко Д. Е. Планирование наблюдательной гидрологической сети на малых реках и вопросы оценки стока этих рек // Международная научно-практическая конференция "Эколого-гидрологические проблемы изучения и использования водных ресурсов": Сборник научных трудов. — Казань: ИнЭПС АН РТ, 2006. — 45—49 с.
10. Сидорчук А. Ю., Панин А. В., Борисова О. К. Климатически обусловленные изменения речного стока на равнинах Северной Евразии // Водные ресурсы. — Том 35. — 2008. — № 4. — 406—417 с.
11. Булавко А. Г. Река Березина. — Минск: ЦНИИКИВР, 1988. — 90 с.
12. Красногорская Н. Н., Фашевская Т. Б., Рогозина Т. А. Оценка качества водных объектов в условиях антропогенного воздействия: Монография. — Уфа: Издательство УГАТУ, 2006. — 278 с.
13. Государственный доклад "О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2006 году".
14. Беркович К. М. Географический анализ антропогенных изменений русловых процессов. — М.: ГЕОС, 2001. — 164 с.
15. Анализ однородности рядов речного стока (рекомендации). — Минск: ЦНИИКИВР, 1984. — 40 с.

АНОНС!

В следующем номере журнала в разделе "Экологическая безопасность" будет опубликована статья автора **О. А. Иващук**

"МОДЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА И ОПТИМИЗАЦИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА АВТОДОРОГ НА ПРИРОДНЫЕ ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ (НА ПРИМЕРЕ ОРЛОВСКОГО РЕГИОНА)".

Н. С. Отделкин, канд. техн. наук, Е. И. Адамов, асп.

Волжская государственная академия водного транспорта, г. Нижний Новгород

Защита окружающей среды при перегрузке сыпучих грузов грейферно-бункерными перегружателями

Рассмотрены технические средства борьбы с пылью, снижающие потери и отрицательное воздействие пыли на окружающую среду, при перегрузке сыпучих грузов грейферно-бункерными перегружателями.

Ключевые слова: сыпучие грузы, пылящий, грейферный кран, аспирационная установка.

Otdelkin N. S., Adamov E. I. Environment protection at an overload loose cargoes by grab-bunker unloaders

In paper the means of scrambling with a dust sinking losses and negative action of a dust on an environment surveyed, at an overload of loose cargoes by grab-bunker unloaders.

Keywords: loose goods, dust-forming, grab crane, suction device.

Большую часть объема (80—83 %) перевозимых водным транспортом грузов составляют сыпучие грузы, которые перевозят и хранят без упаковки, то есть навалом.

Фракционный состав ряда сыпучих грузов включает в себя частицы размером от 0,05 до 0,5 мм (апатит, нефелиновый концентрат и т. д.). Грузы с таким фракционным составом выделяют в особую группу, так как их перегрузка сопровождается интенсивным пылеобразованием. В дальнейшем такие сыпучие грузы будем называть пылящими.

В настоящее время в морских и речных портах перегрузка навалочных грузов в основном осуществляется грейферными кранами и перегружателями, число которых составляет около 45 % от общего числа перегрузочного оборудования портов [1].

В связи с этим борьба с пылью при перегрузке навалочных грузов грейферными кранами и перегружателями является одной из важнейших задач в решении общей проблемы охраны окружающей среды.

Особенно сильное пыление происходит при высыпании груза из грейфера. Это обусловлено кинетической энергией падающего груза, которая при его ударе о преграду (пол вагона или трюм судна, слой груза) тратится главным образом на уменьшение пористости разжиженного воздухом груза и на создание потоков воздуха, разносящих пыль.

Для снижения запыленности воздуха в зоне разгрузки грейфера с пылящими грузами применяют различные бункерные устройства. Их существенным

недостатком, является вытеснение запыленного воздуха из бункерного пространства поступающим туда пылящим материалом при разгрузке грейфера.

Для устранения указанного недостатка бункеры снабжают аспирационными системами, которые создают в бункерном пространстве разрежение путем отсоса запыленного воздуха. Затем этот воздух очищается от пыли в циклонах и матерчатых фильтрах, после чего выбрасывается в атмосферу. Объем аспирируемого воздуха при загрузке бункеров грейфером составляет 500...1500 м³/ч [2].

На рис. 1 представлена конструкция бункера с аспирационной установкой. Такими бункерами снабжены отечественные грейферно-бункерные перегружатели (ГБП) ГБП-15 и ГБП-16, которые применяются на перегрузке апатитового концентрата [3]. Однако опыт эксплуатации этих ГБП позволили выявить недостатки в их конструкции. Как показали натурные замеры, в момент разгрузки грейфера в камере существует максимальная запыленность, которая на уровне горизонтальных створок, расположенных в верхней части камеры, достигает 1750 мг/м³, что почти в 22 раза выше предельно допустимого выброса (ПДВ), величина которого для апатита составляет 80 мг/м³ [4]. Присутствие грейфера в аспирационной камере с максимальными значе-

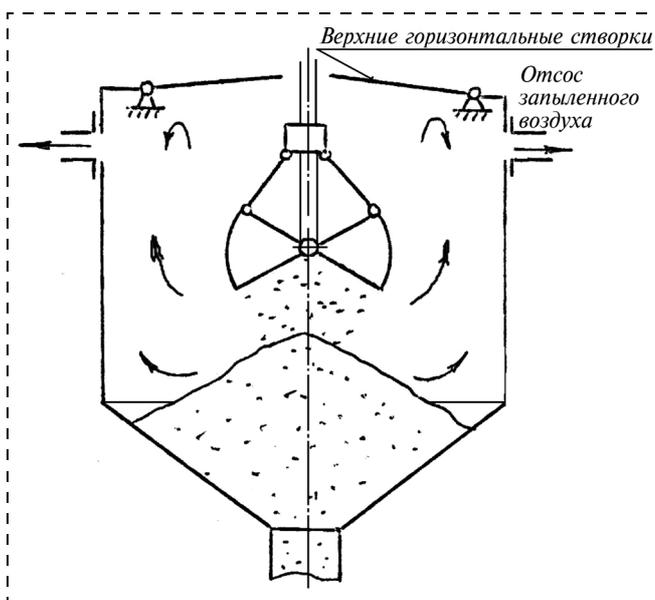


Рис. 1. Конструкция бункера с аспирационной системой (вертикальные створки не показаны)

цательного давления, что исключает вытеснение запыленного воздуха. После разгрузки грейфера и удаления его с опорных стоек Z вместимость бункера принимает максимальное значение, что в еще большей степени гарантирует невытеснение запыленного воздуха.

Исследования эффективности пылеподавления бункера с изменяющейся вместимостью показали, что его применение позволяет снизить запыленность воздуха над бункером в 25...30 раз, т. е. до значений ниже ПДК [3], а также увеличить производительность ГБП и снизить его энергопотребление.

Конструкция специального бункера с изменяющейся вместимостью защищена патентом РФ № 74116 (авторы Отделкин Н. С., Отделкин М. С., Адамов Е. И., Сикарев С. Н.).

Список литературы

1. **Бланк Ю. И.** Борьба с пылеобразованием в морских портах / Ю. И. Бланк, В. Я. Зильдман, В. А. Чикановский // Морской транспорт / Экспресс — информация. — М., 1984. — Вып. 552. — С. 24—29.
2. **Вейсенберг Г. В.** Исследование процесса и разработка параметров улавливания пыли диспергированной жидкостью на основе применения добавок химических веществ: канд. ... хим. наук: 02.00.06: защищена 20.01.82: утв. 07.07.82 / Вейсенберг Григорий Викторович. — Караганда, 1982. — 168 с.
3. **Бобровников Н. А.** Охрана воздушной среды от пыли на предприятиях строительной индустрии / Н. А. Бобровников. — М.: Стройиздат, 1981. — 98 с.
4. **Сборник** предельно допустимых концентраций атмосферных загрязнений / Под ред. В. А. Рязанова. — М.: Медгиз, 1975. — 282 с.
5. **Отделкин Н. С., Слюсарев А. С.** Защита окружающей среды при перегрузке навалочных грузов грейдерными кранами и перегружателями // Безопасность жизнедеятельности. — 2005. — № 5. — С. 27—31.

УДК 574:621.74.04

И. Г. Сапченко, канд. техн. наук, доц., ИМиМ ДВО РАН,
С. Г. Жилин, канд. техн. наук, доц., **О. Н. Комаров**, канд. техн. наук
Институт Машиноведения и металлургии ДВО РАН, г. Комсомольск-на-Амуре

Улучшение экологических показателей при литье по выплавляемым моделям использованием пористых удаляемых моделей

Рассмотрено практическое решение экологических проблем предприятий машиностроения, имеющих в своей структуре подразделения литья по выплавляемым моделям. Обосновывается целесообразность применения технологии получения литья по пористым удаляемым моделям, позволяющая значительно снизить негативное влияние на производственную среду.

Ключевые слова: литье, пористость, керамическая оболочка, экологический фактор, выплавляемая модель, предельно допустимая концентрация, технологический процесс.

Sapchenko I. G., Zhilin S. G., Komarov O. N. *Improving ecology of casting on investment patterns using porous removable patterns.*

The paper observes practical ecological solvings of engineering industry with divisions of casting on investment patterns. Use of technology of casting on porous investment patterns makes it possible to decrease ecological factors of industry considerably.

Keywords: casting, porosity, ceramic shell, ecological factor, investment pattern, maximum permissible level, technological process.

Основной целью заготовительного производства является обеспечение машиностроения дешевыми, качественными и конкурентоспособными литыми изделиями.

В современном машиностроении наиболее распространенным методом получения литых заготовок с высоким качеством поверхности, размерной и геометрической точностью является литье по выплавляемым моделям (ЛВМ), которое дает возможность получать отливки из большой номенклатуры сплавов, в том числе из сплавов, не поддающихся ковке, штамповке и с затрудненной механической обработкой; объединять несколько деталей в одну для улучшения конструкции и работоспособности изделия, изготавливать отливки с размерами по 12—14 квалитетам (по ГОСТ 25347—82) и шероховатости от $Rz = 20$ мкм до $Ra = 1,25$ мкм (ГОСТ 2789—73), что позволяет приблизить отливки по качеству к готовым деталям [1].

Литье по выплавляемым моделям является многооперационным, с большой номенклатурой используемых материалов, а потому и дорогим методом получения отливок, что обуславливает недопустимость затрат на исправление брака отливок и, как следствие, затрат на проведение мероприятий по



улучшению экологических параметров производства, определяемых объемами выбракованной продукции.

Результаты исследований показали [2], что доминирующее влияние на процесс образования брака при ЛВМ оказывает технология изготовления, хранения, использования выплавляемых моделей (ВМ) и оболочковых форм (ОФ), а также удаления ВМ из ОФ и термообработка последних [3]. Определено, что основной причиной, приводящей к образованию брака при ЛВМ, является несовершенство технологии изготовления выплавляемых моделей из воскообразных составов. Применение ряда технологических операций при данном способе получения отливок приводит к дополнительным временным и материальным затратам на исправление дефектов. Существующие новые технологические способы либо непригодны для применения в условиях массового производства, либо не упраздняют всего комплекса проблем и предназначены для ликвидации определенного вида брака, что значительно ухудшает экологическую обстановку производственных помещений и повышает себестоимость изделий.

Неблагоприятными факторами, приводящими к загрязнению атмосферы цехов литья по выплавляемым моделям и повышающими пожароопасность производства, являются: высокая концентрация пыли и паров воскообразных полимеров, растворителей и эфиров, выделяющихся на стадиях изготовления моделей из воскообразных модельных составов (МС), получения ОФ, удаления моделей из ОФ, прокаливания последних и заливки ОФ жидким металлом [4]. Концентрация паров вредных веществ значительно ухудшает среду производственных помещений, что сказывается на производительности труда.

При проведении оценки условий труда [5, 6] выявлено, что сумма значений негативных экологических факторов производственной среды в цехах литья по выплавляемым моделям составляет более 10,5 баллов. При этом фактическая концентрация паров парафина и ацетона, относящихся к вредным химическим веществам 3-го и 4-го классов опасности (согласно ГОСТ 12.0.003—74 "Опасные и вредные производственные факторы"), превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) этих веществ в среднем в 1,5—2 раза. Превышение концентрации пыли кварцевого песка доходит до 80 раз.

Тем не менее, литейные подразделения отдают предпочтение проблемам получения литья высокого качества и снижения себестоимости. При этом отодвигается на второй план решение экологических задач.

Вместе с тем, следует отметить следующие мероприятия, направленные на улучшение экологиче-

ской обстановки. Так, на предприятиях отечественного машиностроения применяются процессы, позволяющие возратить в технологический оборот отработанные материалы [7]. В рассматриваемом процессе отходы фарфорового производства в виде крошки используются для армирования промежуточных слоев ОФ, что, помимо некоторых технических эффектов, обеспечивает возможность заливки форм без опорного наполнителя (ОН). Такой эффект ведет к сокращению загрязнения атмосферы цеха по объему выделения пыли при использовании кварцевого песка. Другим вариантом сокращения объемов вредных выбросов в атмосферу цеха является переработка отработанных формовочных смесей, содержащих кремнезем и используемых в качестве исходных материалов для приготовления вяжущих суспензий при производстве безобжиговых строительных материалов [8].

Однако рассмотренные способы позволяют изменить экологические параметры только на определенном этапе получения отливок, являющегося технологически сложным многостадийным процессом и не способны существенно сократить продолжительность действия экологических факторов на производственный персонал.

Практически доступной и простой в осуществлении среди мер, направленных на улучшение экологических параметров производств, является использование технологии, направленной на увеличение выхода годных отливок за счет снижения тоннажа выбракованной продукции, позволяющей сократить время технологического цикла, объем используемых модельных и формовочных материалов, в том числе неоднократно участвующих в технологическом процессе. Усовершенствованный процесс позволяет получать отливки по пористым удаляемым моделям (ПУМ) с более высокой размерно-геометрической точностью, чем при использовании традиционного метода получения отливок способом ЛВМ, а также повысить экологические параметры на всех технологических этапах получения отливок.

Технологический процесс получения отливок по ПУМ включает следующие операции: подготовка исходных модельных материалов (размол или грануляция и рассев компонентов модельных материалов по фракциям); их дозирование в формообразующую полость пресс-формы и получение ПУМ с заданными физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами посредством формовки порошков модельных составов; извлечение готовой модели из пресс-формы; получение ОФ по ПУМ; дальнейшее использование ОФ соответственно технологическому процессу [9].

Последовательность и продолжительность операций при получении отливок способом ЛВМ тра-



диционным способом и по измененной технологии представлена в табл. 1. Из таблицы видно, что при использовании новой технологии получения литья некоторые этапы не применяются, а продолжительность ряда технологических операций значительно меньше, чем при использовании традиционной технологии, что существенно влияет на суммарное время процесса.

Важной технологической задачей в процессе производства отливок способом ЛВМ в настоящее время является получение качественных, без трещин и сколов ОФ. Основной причиной образования брака ОФ и отливок способом ЛВМ являются удаляемые модели и технологии их изготовления.

В табл. 2 представлены виды брака, получаемого при ЛВМ по традиционному и измененному способу получения отливок, устранение которого значительно улучшает экологические параметры производственных помещений. Из таблицы видно, что брак по основным технологическим операциям при использовании измененной технологии существенно ниже, чем при использовании традиционного метода получения отливок способом ЛВМ.

Применение разработанной технологии получения отливок повышенной размерно-геометрической точности по пористым удаляемым моделям (ПУМ) [10] позволит комплексно сократить производственный брак: дефекты моделей по недоливам, поверхностным газовым раковинам, волнистости и складкам, утяжинам и устранить облой по поверхности разъема пресс-формы. Суммарное время технологического цикла сокращается на 10...20 % в сравнении с традиционной технологией получения отливок способом ЛВМ. Сокращение объема выбракованной продукции в результате снижения брака на основных технологических этапах позволяет устранить необходимость повторного выполнения ряда операций, что в итоге положительно влияет на экологические параметры производства. Таким образом, задачей настоящего исследования является количественное определение экологических параметров цеховых помещений при переводе производства на усовершенствованную технологию получения отливок.

Экспериментально получены данные по традиционной и измененной технологиям ЛВМ к рас-

Таблица 1

Последовательность и продолжительность этапов получения отливок способом ЛВМ

Этап технологического процесса		Продолжительность этапа	
Традиционная технология	Измененная технология	Традиционная технология	Измененная технология
Перемешивание компонентов МС Аэрация МС Запрессовка МС в пресс-форму Охлаждение МС в пресс-форме	Перемешивание компонентов МС, дозирование и запрессовка в пресс-форму	20...25 мин 1...5 мин 0,5...1 мин 30 мин...5 ч	2 мин
Доводка моделей Сборка блоков припаиванием моделей Изготовление ОФ Выплавление моделей Формовка в ОН* Прокаливание ОФ Заливка ОФ расплавом	Доводка моделей Сборка блоков припаиванием моделей Изготовление ОФ Выплавление моделей Формовка в ОН Прокаливание ОФ Заливка ОФ расплавом	10 мин 10 мин 4,7 ч 30 мин 2 мин 6 ч 0,2 мин	2 мин 10 мин 10 мин 30 мин 2 мин 6 ч 0,2 мин
Суммарное время технологического цикла		12,4...17,1 ч	11,4 ч

Таблица 2

Основные виды брака

Виды брака	Доля брака, %	
	Традиционная технология	Измененная технология
Брак моделей по недоливам и дефектам	2...11	—
Брак моделей по шероховатости, наличию волнистости и складок на поверхности	10...30	—
Брак по усадке моделей	2...10	—
Облой моделей по поверхности разъема пресс-формы	10...70	2...5
Брак моделей по короблению	10...80	1...8
Брак по вине растрескивания и отслаивания формируемых слоев ОФ	1...15	1...5
Брак при выплавлении моделей из ОФ	1...12	—
Брак при прокаливании ОФ	32...40	до 15
Брак отливок по раковинам и шероховатости	15...50	2...8
Брак отливок по неметаллическим включениям	2...10	2...7
Брак, образующийся при нарушении размерной и геометрической точности отливок	10...80	5...20



чету таких экологических параметров производственных помещений, как пары парафина и ацетона, пыль маршалита (компонента огнеупорной суспензии, наносимой на ПУМ при формировании слоев ОФ), вибрация, шум, инфракрасное излучение, температура воздуха на рабочем месте. Расчет этих экологических параметров при использовании традиционной технологии ЛВМ для объема рабочей зоны $V_{p.з} = 250 \text{ м}^3$ проводится по следующим операциям:

- расплавление компонентов модельной массы;
- изготовление оболочки;
- выплавление модельной массы.

Практически на первой операции удельное выделение паров парафина ($V_{пу}$) при использовании баков расплавления компонентов модельной массы при обозначенном выше $V_{p.з}$ составляет $0,116 \text{ кг/ч}$. Процесс плавления модельной массы, как правило, периодический с продолжительностью $\tau = 20...25 \text{ мин}$. При этом выделение паров парафина за время τ :

$$V_{\tau} = \tau V_{пу}/60 = (20...25) \cdot 0,116/60 = 0,0483 \text{ кг/ч.}$$

Тогда фактическое значение фактора "пары парафина":

$$\Phi_{п} = V_{\tau}/V_{p.з} = 0,0483/250 = 0,000193 \text{ кг/м}^3.$$

Известно, что на операции изготовления ОФ удельное выделение загрязняющих веществ при приготовлении огнеупорного покрытия составляет:

- пыль маршалита — $V_{му} = 3,240 \text{ кг/ч}$;
- ацетон $V_{ау} = 0,084 \text{ кг/ч}$.

В связующее замешивают пылевидную составляющую и перемешивают в течение $40...60 \text{ мин}$, при этом фактическое значения фактора "пары ацетона":

$$\Phi_{а} = V_{ау}/V_{p.з} = 0,084/250 = 0,000336 \text{ кг/м}^3.$$

Продолжительность добавления пылевидной составляющей $\tau = 1 \text{ мин}$, за это время объем выделенной пыли маршалита:

$$V_{м} = \tau V_{му}/60 = 1 \cdot 3,240/60 = 0,054 \text{ кг/ч.}$$

Тогда фактическое значение фактора "пыль маршалита":

$$\Phi_{м} = V_{м}/V_{p.з} = 0,054/250 = 0,000216 \text{ кг/м}^3.$$

Удельное выделение загрязняющих веществ (пыли кварца) от автомата обсыпки модельных блоков в кипящем слое $V_{ку} = 3,75 \text{ кг/ч}$.

Суммарная продолжительность погружения модельного блока в кипящий слой кварца $\tau = 1 \text{ мин}$, при этом выделится пыли кварцевого песка:

$$V_{пк} = V_{ку}/60 = 3,75/60 = 0,0625 \text{ кг/ч.}$$

Фактическое значение фактора "кварцевая пыль":

$$\Phi_{пк} = V_{пк}/V_{p.з} = 0,0625/250 = 0,00025 \text{ кг/м}^3.$$

Суммарное фактическое состояние пылевого фактора $\Sigma\Phi_{пф} = \Phi_{м} + \Phi_{пк} = 0,000216 + 0,00025 = 0,000466 \text{ кг/м}^3$.

Выплавление модельной массы сопровождается выделением паров парафина, удельное значение которого $V_{пу} = 0,116 \text{ кг/ч}$. Средняя продолжительность выплавления составляет $\tau = 15 \text{ мин}$, при этом выделение паров парафина определится как:

$$V_{пп} = \tau V_{пу}/60 = 15 \cdot 0,116/60 = 0,029 \text{ кг/ч.}$$

Фактическое значение фактора "пары парафина" $\Phi_{пп}$ на этой стадии технологического процесса для использованного в настоящем расчете объема производственного помещения составляет:

$$\Phi_{пп} = V_{пп}/V_{p.з} = 0,029/250 = 0,000116 \text{ кг/м}^3.$$

Таким образом, суммарное фактическое значение фактора "пары парафина" при расплавлении компонентов модельной массы и выплавлении последней:

$$\begin{aligned} \Sigma\Phi_{пп} &= \Phi_{п} + \Phi_{пп} = \\ &= 0,000193 + 0,000116 = 0,000309 \text{ кг/м}^3. \end{aligned}$$

Расчет факторов производственной среды при получении отливок способом ЛВМ по измененной технологии, в результате применения которой предполагается отсутствие технологических потерь и существенное сокращение брака по ряду технологических операций, проводили по стадиям изготовления ОФ и выплавления ПУМ из ОФ. Согласно данным, приведенным в табл. 1 и табл. 2, технологические потери и брак при использовании усовершенствованной технологии в среднем сокращаются до $20...30 \%$ при изготовлении форм и до 20% при обжиге форм, плавке и заливке ОФ металлом. Коэффициент, учитывающий сокращение потерь от брака, принимаем по результатам эксперимента; $K_{пп} = 0,3$. Коэффициент, учитывающий уменьшение концентрации паров ацетона на 10% $K_{а}$ принимаем равным $0,1$. Экспериментальный коэффициент $K_{т}$, учитывающий сокращение времени технологического цикла для расчета параметров инфракрасного излучения и вибрации на 20% , принимаем равным $0,2$.

Таким образом, фактические значения производственных факторов при использовании усовершенствованной технологии определяются:

- пары парафина:

$$\begin{aligned} \Phi_{пп1} &= \Phi_{пп} - \Phi_{пп} \cdot K_{пп} = \\ &= 0,000116 - 0,000116 \cdot 0,3 = 0,0000812 \text{ кг/м}^3; \end{aligned}$$

- пары ацетона:

$$\begin{aligned} \Phi_{а1} &= \Phi_{а} - \Phi_{а} K_{а} = \\ &= 0,000336 - 0,000336 \cdot 0,1 = 0,0003024 \text{ кг/м}^3; \end{aligned}$$



Таблица 3

Экологические характеристики традиционного и измененного технологических процессов получения отливок способом ЛВМ

Факторы производственной среды	Норматив ПДК, ПДУ	Фактическое значение фактора		Балл оценки	
		Стандартная технология	Измененная технология	Стандартная технология	Измененная технология
Вредные химические вещества 3–4-го классов опасности, кг/м ³					
— пары парафина	0,3	0,000309	0,0000812	1	—
— пары ацетона	0,2	0,000336	0,0003024	1	1
Пыль, кг/м ³	0,0006	0,000466	0,0003262	3	2
Вибрация, дБ	99...120	3,5	2,8	0,8	0,6
Шум, дБА	75	9	7,2	0,8	0,6
Инфракрасное излучение, Вт/м ²	350...2800	1000	800	2	1
Температура воздуха на рабочем месте, °С	не выше 21	17	17	1	1
Суммарный балл значений факторов производственной среды				9,6	6,2

• ПЫЛЬ:

$$\Sigma\Phi_{\text{пф1}} = \Sigma\Phi_{\text{пф}} - \Sigma\Phi_{\text{пф}} K_{\text{пп}} = \\ = 0,000466 - 0,000466 \cdot 0,3 = 0,0003262 \text{ кг/м}^3;$$

- инфракрасное излучение $\Phi_{\text{и1}}$, которое при использовании традиционной технологии составляет $\Phi_{\text{и}} = 1000 \text{ Вт/м}^2$ корректируется с учетом коэффициента сокращения потерь технологического времени $K_{\text{T}} = 0,2$:

$$\Phi_{\text{и1}} = \Phi_{\text{и}} - \Phi_{\text{и}} K_{\text{T}} = 1000 - 1000 \cdot 0,2 = 800 \text{ Вт/м}^2;$$

- значения вибрации и шума также зависят от K_{T} :

$$\Phi_{\text{в1}} = \Phi_{\text{в}} - \Phi_{\text{в}} K_{\text{T}} = 3,5 - 3,5 \cdot 0,2 = 2,8 \text{ дБ};$$

$$\Phi_{\text{ш1}} = \Phi_{\text{ш}} - \Phi_{\text{ш}} K_{\text{T}} = 9 - 9 \cdot 0,2 = 7,2 \text{ дБА}.$$

В табл. 3 наряду с прочими факторами (вибрация, шум, инфракрасное излучение и температура воздуха на рабочем месте) представлено сравнение стандартных факторов производственной среды технологического процесса получения отливок способом ЛВМ по традиционной и измененной технологиям. Из таблицы видно, что фактические значения ряда факторов заметно снижаются при переводе производства на выпуск продукции по измененному технологическому процессу.

Таким образом, применение технологии получения отливок по ПУМ позволит фактически сократить показатели экологических факторов производственной среды более чем на 30 % как за счет сокращения объемов перерабатываемых материалов, так и за счет сокращения времени технологического цикла получения отливок.

Технология повышения размерно-геометрической точности отливок, получаемых литьем по выплавляемым моделям, удостоена золотой медали VII Московского международного салона инноваций и инвестиций, прошедшего во Всероссийском выставочном центре в Москве.

Разработка технологии осуществлялась в лабораториях Института машиноведения и металлургии Дальневосточного отделения Российской академии наук Комсомольского-на-Амуре авиационного производственного объединения им. Ю. А. Гагарина при поддержке гранта ДВО РАН № 06-Ш-А-03-073, инновационного проекта ДВО РАН № 21-ИН-07 и гранта Президента РФ МК-1066.2007.8.

Список литературы

1. **Литье** по выплавляемым моделям / В. Ф. Гаранин, В. Н. Иванов, С. А. Казеннов и др.; Под общ. ред. В. А. Озерова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1994. — 448 с.
2. **Сапченко И. Г., Жилин С. Г.** Влияние пористости моделей на их свойства, качество оболочковых форм и отливок // Литейное производство. — 2003. — № 4. — С. 12–15.
3. **Сапченко И. Г., Жилин С. Г., Штерн М. В.** Точность удаляемых моделей и качество оболочковых форм в литье по выплавляемым моделям // Литейное производство. — 2005. — № 2. — С. 20–22.
4. **Жилин С. Г., Сапченко И. Г.** Экологические аспекты применения моделей с водорастворимыми добавками в цехах литья по выплавляемым моделям // Металл и литье Украины. — 2001. — № 1. — С. 60.
5. **Гигиеническая классификация труда** // Охрана труда в машиностроении: Сборник нормативно-технических документов: В 2 т. Т1 — М.: Машиностроение, 1990. — 372 с.
6. **Иванов Б. С.** Охрана труда в литейном и термическом производстве. — М.: Машиностроение, 1990. — 224 с.
7. **Евстигнеев А. И., Петров В. В., Куренков В. И., Сапченко И. Г., Хосен Ри.** Армирование оболочковых форм фарфоровой крошкой // Литейное производство. — 1992. — № 7. — С. 21–22.
8. **Якобсон А. И., Лещев П. И., Тигиян Г. В., Орлов В. Ф.** Экологически чистые технологии переработки отходов литейного производства // Литейное производство. — 1994. — № 10–11. — С. 39–40.
9. **Сапченко И. Г., Жилин С. Г., Комаров О. Н., Штерн М. В.** Математическое моделирование процессов получения полимерных моделей // Литейное производство. — 2006. — № 1. — С. 31–32.
10. **Сапченко И. Г., Жилин С. Г.** Способ изготовления удаляемых моделей / Патент РФ на изобретение № 2231412. Оpubл. 27.06.2004 // Бюл. № 18.



УДК 681.51; 681.52

О. А. Чирков, асп., МГТУ "Станкин", **А. П. Нилов**, д-р хим. наук, проф.,
И. А. Башаева, канд. техн. наук, доц.
Егорьевский технологический институт (филиала) ГОУ ВПО МГТУ "Станкин"

Повышение эффективности красильно-отделочного производства посредством улучшения экологических показателей технологического процесса

Представлены результаты работы, направленной на повышение качества технологических процессов красильно-отделочных производств путем улучшения экологических показателей. Показана возможность повышения уровня автоматизации и снижения загрязненности сточных вод путем совершенствования существующих технологических схем очистки и доочистки сточных вод с применением современных эффективных методов с целью минимизации экологических показателей. Создана математическая модель регулирования концентрации красильного раствора. На основе модели написана программа для визуализации представления информации.

Ключевые слова: сточные воды, математическое моделирование, автоматизация, экологическая безопасность, биологическая очистка, регулирование концентрации.

Chirkov O. A., Nilov A. P., Bashaeva I. A.
Increase of efficiency of dyeing-finishing manufacture by means of improvement of ecological indicators of technological process.

Results of the work directed on improvement of quality of technological processes of dyeing-finishing manufactures by improvement of ecological indicators and indicators of safety are presented. Possibility of increase of level of automation and decrease in impurity of sewage by perfection of existing technological schemes of clearing and additional cleaning of sewage with application of modern effective methods for the purpose of minimisation of ecological indicators and safety indicators is shown. The mathematical model of regulation of concentration dyeing a solution is created. On the basis of model the program for visualisation of representation of the information is written.

Keywords: sewage, mathematical modelling, automation, ecological safety, biological clearing, concentration regulation.

Повышение уровня экологической безопасности технологических процессов красильно-отделочных производств с целью минимизации экологических показателей может быть достигнуто путем совершенствования технологических режимов, повышения уровня автоматизации и снижения загрязненности сточных вод за счет совершенствования существующих технологических схем очистки и доочистки сточных вод с применением современных эффективных методов.

Сточные воды красильно-отделочных предприятий представляют собой многокомпонентные смеси с постоянно изменяющимся качественным и количественным составом. Они могут содержать до 150 наименований загрязняющих веществ минерального и органического происхождения, среди которых в наибольших количествах содержатся поверхностно-активные вещества (ПАВ) и красители. Обзор мировой литературы по методам очистки промстоков с целью сокращения водопотребления и сброса сточных вод в красильно-отделочных производствах дает возможность объективно оценить достигнутые в этой области результаты. Все известные методы физико-химической очистки сточных вод, содержащих красители, ПАВ и другие сопутствующие им загрязнения, можно разделить на три основных группы.

Первая группа методов обеспечивает извлечение загрязнений переводом их в осадок или флотошлам путем сорбции на хлопьях гидроксидов металлов, образующихся при реагентной обработке стоков. Методы этой группы включают коагуляцию, реагентную напорную флотацию, электрокоагуляцию. Им присущи следующие недостатки: невысокая степень очистки особенно по обесцвечиванию; необходимость эмпирического подбора реагентов и материала электродов, что усложняет обработку стоков с изменяющимся составом и создает трудности при автоматизации дозировки реагентов; образование значительного количества влажных осадков или флотошлама и необходимость в дополнительных сооружениях для их складирования или захоронения.



Вторая группа включает сепаративные методы, такие как сорбция на активных углях и макропористых ионитах, обратный осмос, ультрафильтрация, пенная сепарация, электрофлотация. Эти методы, исключая два последних, обеспечивают высокую степень очистки, однако перед их применением необходима предварительная механохимическая обработка для удаления нерастворимых примесей, что влечет за собой недостатки, присущие первой группе.

Третья группа объединяет деструктивные окислительно-восстановительные методы, вызывающие глубокие превращения органических соединений. Эти методы имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с рассмотренными выше. В первую очередь, это их высокая эффективность и технологичность, компактность, простота автоматизации и управления. В большинстве случаев при их реализации не образуются осадки, которые в виде хлоридных, сульфатных и прочих ионов получают при реагентной обработке. При деструктивной очистке органические красители расщепляются до более простых, легкоокисляемых органических продуктов или минеральных соединений, а ПАВ разрушаются с потерей поверхностно-активных свойств. Из деструктивных методов наиболее широко применяют обработку сточных вод окислителями, электрохимическое или электрокаталитическое воздействия.

На практике обычно сочетают те или иные способы в зависимости от вида и характера загрязнений с учетом объема очищаемых стоков.

Очистка промывных вод после крашения требует значительных усилий, поскольку в красильных растворах помимо красителей присутствуют в больших концентрациях ПАВ и другие вещества сложного состава, да и убрать "цветность" очень сложно. В литературе предложено много эффективных методов очистки стоков, содержащих красители.

Так, фирма "Cemisolv" (США) разработала систему обесцвечивания и очистки сточных вод красильно-отделочных фабрик, основанную на применении смеси полимерных коагулянтов. После такой очистки воду можно повторно использовать [1].

Хорошие результаты дает применение мембранной технологии для рекуперации красителей и очистки отработавших красильных растворов с их повторным использованием в технологическом процессе [2—5]. При этом количество потребляемой свежей воды удается снизить на 70 %, а коэффициент возврата красителей достигает 80...90 %.

Для обесцвечивания и детоксикации красителей, а также удаления опасных для водоемов вспомогательных веществ (бутилбензоата, диметилфталата, ди- и трихлорбензолов и др.) на очистных соору-

жениях Венгрии применяют восстановление, хлорирование, озонирование [6].

В Германии очистку сточных вод отделочных производств текстильных предприятий осуществляют осаждением неорганическими реагентами, флокуляцией полиэлектролитами и воздухом, адсорбцией на коксе из бурого угля. Эффективность очистки по показателю ХПК достигает 95 %, и очищенные воды повторно используют для технических нужд [7].

Используемые в Индии методы коагуляции, адсорбции на активированном угле и др. для очистки стоков текстильной промышленности позволяют [8] снизить загрязненность на 60...80 %.

Для интенсификации физико-химической очистки методами коагуляции, фильтрования и адсорбции используют кислород воздуха. В результате его подачи в усреднитель происходит снижение ХПК на 20 %, что, в свою очередь, позволяет увеличить длительность фильтроцикла угольных адсорберов и снизить расход коагулянтов [9].

Обработка сточных вод озоном перед коагуляцией позволяет значительно увеличить эффект очистки. В Германии фирма "Scholl AG" разработала пилотную установку для очистки высокоцветных стоков красильных и отбельных цехов, состоящую из усреднителя, реактора предварительного окисления, отстойника, озонатора, генератора озона, осветлителя, резервуаров для коагулянтов и флокулянтов, илоуплотнителя, фильтр-пресса и системы коммуникаций. Осветленные стоки обрабатывали флокулянтами и озono-воздушной смесью и направляли в осветлитель. После нейтрализации и умягчения на ионообменных фильтрах очищенную сточную воду возвращали в технологический процесс. Эффект очистки по ХПК и БПК составляет соответственно 80...90 и 75...90 % [10]. Присутствие взвешенных веществ в воде вызывает повышенный расход озона. В связи с этим эффективно сочетать озонирование с другими методами: ультрафиолетовым или инфракрасным облучениями, предварительным отстаиванием и коагулированием.

Высокая степень очистки от красителей и органических примесей достигается при фильтрации через активированный уголь. Красители, присутствующие в ионной форме, удаляются полностью, а дисперсные — частично. Однако этот метод неэффективен для низкомолекулярных соединений и пигментов. Для эффективного использования активированных углей необходимо предварительное снижение ХПК стоков до 200 мг/л. Широкое применение этого метода сдерживается высокой стоимостью регенерации углей.

Для детоксикации медь- и хромсодержащих сточных вод применяют электрохимический способ.



При использовании нерастворимых электродов в диафрагменном электролизере содержание шестивалентного хрома снижается до 40 % за счет катодного восстановления, а обесцвечивание — до 60 %. Эффективное удаление хрома наблюдается при использовании стальных растворимых анодов марки "сталь 3" [11].

Удовлетворительные результаты получили в свое время сотрудники Ленинградского инженерно-строительного института при использовании электрохимического метода для обесцвечивания сточных вод, содержащих кислотные и кислотнотоксичные красители. С графитовыми анодами и катодами из коррозионно-стойкой стали степень обесцвечивания достигала 87...98 %. Одновременно ХПК снижалось на 72...87 %, а содержание СПАВ — 75...80 % [11].

Наиболее распространенным способом обезвреживания сточных вод текстильной промышленности является биохимический. Он требует меньших капитальных затрат на 1 м³ создаваемых сооружений и обеспечивает более высокую степень очистки.

Сравнительный анализ различных способов очистки сточных вод показывает следующее:

физико-химическая обработка сточных вод от отделочных производств нецелесообразна из-за большого количества образующихся осадков;

применение методов сорбции и каталитического окисления требует больших капитальных и эксплуатационных затрат;

наиболее эффективна при условии предварительного извлечения из сточных вод веществ, ин-

гибирующих биохимические процессы (сульфидов и ионов тяжелых металлов), непосредственная обработка стоков активным илом с последующей коагуляцией взвешенных веществ и отстаиванием, а также доочисткой (для обесцвечивания) на активированных углях или озоном [12, 13].

Рекомендуется объединять все текстильные промышленные стоки, прошедшие предочистку на локальных сооружениях, в одну сеть с хозяйственно-бытовыми стоками, совместно очищать их на общезаводских биохимических сооружениях или сбрасывать на городские очистные сооружения.

На примере существующих очистных сооружений ООО "Егорьевский хлопчатобумажный комбинат" (рис. 1) проведен анализ существующей технологической схемы очистки сточных вод и выбраны параметры контроля и регулирования. В настоящее время очистные сооружения предприятия работают неэффективно, так как отсутствуют необходимые системы непрерывного контроля (контроль ведется периодически в лабораторных условиях) и оперативного управления. Это приводит к отклонению от норм показателей очистки сточных вод, перерасходу реагентов и загрязнению окружающей среды.

В существующей технологической схеме очистки усреднение и биологическая очистка в аэротенке позволяет уже в стадии усреднения снимать до 50 % загрязнений органического характера. Из усреднителя с помощью эрлифта около 70 % усредненного стока подается в голову аэротенка (где проходит биологическую очистку), вторичный отстойник и далее поступает в камеру смешивания. Оставшиеся 30 % усредненных стоков направляются в камеру реакции, где смешиваются с коагулянтами и флокулянтами (FeSO₄ и ПАА), проходят отстойную зону и через переливную кромку поступают в камеру смешения, откуда вместе с биологически очищенными стоками откачиваются на три вертикальных отстойника для дополнительного осветления.

Отсутствие автоматических аналитических приборов и, следовательно, достоверной измерительной информации не позволяет оперативно принимать решения по управлению процессами. Для оперативного управления процессами очистки сточных вод необходимо во всех емкостях контролировать уровень технологических жидкостей. Для узла пригото-

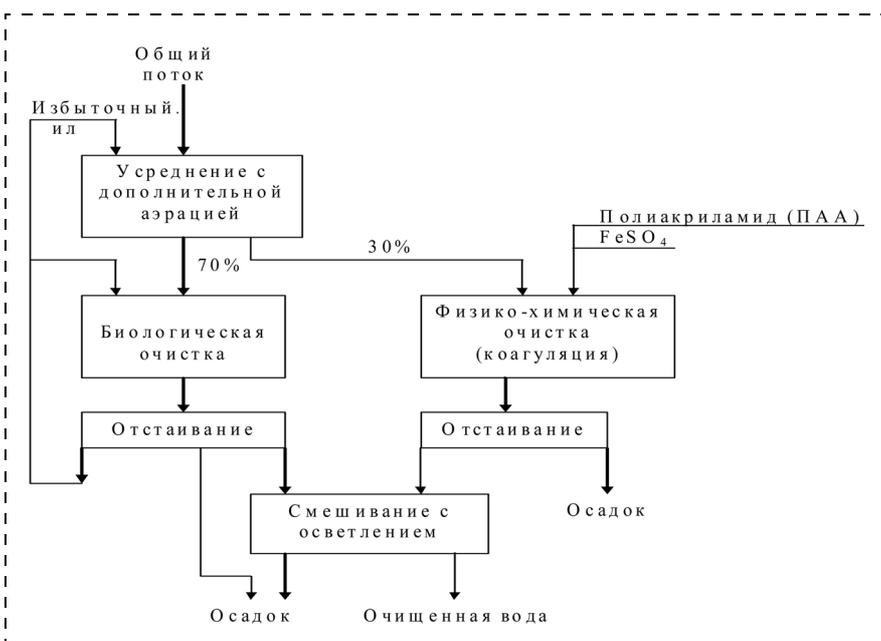


Рис. 1. Существующая технологическая схема очистки сточных вод красильно-отделочного производства ОАО "Егорьевский ХБК"



ния 0,15 %-ного раствора полиакриламида (ПАА) необходимо предусмотреть контроль концентрации приготовляемого ПАА, чтобы не допустить попадания раствора меньшей концентрации, и тем самым обеспечить экономию реагента. Кроме того, необходимо контролировать температуру горячей воды, подаваемой в растворную емкость, так как при температуре выше 70 °С начинается разрушение высокомолекулярного продукта ПАА и потеря его флокуляционной активности, а при температуре менее 60 °С не произойдет его однородное растворение (операцию растворения требуется производить при непрерывном перемешивании в течение 60 мин). Необходимо поддерживать и, следовательно, регулировать расход приготовленного 0,15 %-ного раствора ПАА строго на определенном уровне, который соответствует наилучшим условиям коагуляции, определяемым экспериментально.

Для повышения эффективности красильно-отделочного производства была разработана описанная ниже математическая модель регулирования концентрации красителя в красильной ванне. Установлено, что результат ведения процесса крашения определяют следующие технологические параметры: концентрация химических веществ в рабочих и питающих растворах; отношение объема раствора к массе обрабатываемой ткани; температура среды (рабочих растворов в ваннах, воды в промывочных коробках); скорость перемещения текстильного материала через машины и агрегаты поточной линии; время обработки и др.

Рассмотрим процессы в красильных ваннах, в которые поступает ткань, пропитанная водой или растворами из ванн, предыдущих по ходу обработки. В ванну поступает ткань с влажностью m_1 . В ванне ткань пропитывается рабочим раствором и через выходные валы уходит с влажностью m_2 . Ванна не переполняется, при этом $m_2 > m_1$. Так как уходящая ткань забирает краситель, то для стабилизации концентрации рабочего раствора C_p (г/л) в ванну подается подкрепляющий раствор $Q_{\text{п}}$ (л/мин) с концентрацией $C_{\text{п}}$ (г/л) для поддержания баланса жидкости.

Рассмотрим схему объекта без учета температурных режимов, так как нагрев осуществляется глупым паром, не оказывающим влияние на концентрацию и уровень раствора. Изменение же объема раствора в ванне при изменении температуры в рабочих пределах $t = 40...60$ °С составляет 0,9 %, что пренебрежимо мало. В ванне поддерживается постоянный уровень раствора H_0 .

Баланс вещества в ванне в установившемся режиме складывается из притока питающего раствора $M = Q_{\text{п}} C_{\text{п}}$ (г/мин), уноса вещества пропитываемой

тканью в количестве $N = C_p G v m_2 / \rho_{\text{п}}$ (г/мин) и дополнительного расхода K . Тогда баланс вещества в ванне выглядит следующим образом:

$$Q_{\text{п}} C_{\text{п}} = G v C_p m_2 / \rho_{\text{п}} + K, \quad (1)$$

где G — масса 1 пог. м ткани, г/м; v — скорость движения ткани, м/мин; $\rho_{\text{п}}$ — плотность рабочего раствора, г/л; K — параметр, характеризующий дополнительный расход.

В кисловочной ванне дополнительный расход $K = G v m_1 \alpha / \rho_{\text{в}}$ предназначен для нейтрализации щелочи, вносимой входящей тканью. Здесь α — количество кислоты (г), расходуемой на нейтрализацию щелочи, содержащейся в 1 л жидкости, вносимой тканью; $\rho_{\text{в}}$ — плотность воды.

В щелочной ванне $K = C_p G v S / 100 C_{\text{р.н}}$, где S — коэффициент сорбции рабочего раствора тканью, % от массы сухой ткани; $C_{\text{р.н}}$ — концентрация рабочего вещества, при котором определяется сорбция вещества тканью, г/л.

Рассчитаем параметры пропиточной щелочной ванны при следующих условиях: вместимость $V = 800$ л; скорость перемещения ткани $v = 55$ м/мин; $G = 152$ г/м; $Q_{\text{п}} = 1,12$ л/мин с концентрацией $C_{\text{п}} = 200$ г/л; $m_1 = 1,0$ (100 %); $m_2 = 1,3$ (130 %); $S = 1,5$ % и $C_{\text{р.н}} = 20$ г/л.

Для щелочной ванны приток питающего раствора $M = Q_{\text{п}} C_{\text{п}}$, а унос вещества пропитываемой

$$\text{тканью при крашении } N = \frac{G v C_p m_2}{\rho} + \frac{C_p G v S}{100 C_{\text{р.н}}}.$$

Аналогично предыдущему случаю можно вывести уравнение объекта. Регулирующая величина — концентрация рабочего раствора C_p ; управляющее воздействие — изменение полива питающего раствора. Пусть m , v и $C_{\text{п}}$ — возмущения. Запишем уравнение скорости изменения концентрации красителя, которое равно разности притока и уноса красителя:

$$V \frac{\partial C_p}{\partial t} = M - N; \quad V \frac{\partial C_p}{\partial t} = Q_{\text{п}} C_{\text{п}} - G v \left(\frac{m_2}{\rho} + \frac{S}{C_{\text{р.н}}} \right) C_p;$$
$$\frac{\partial C_p}{\partial t} + \frac{G v}{V} \left(\frac{m_2}{\rho} + \frac{S}{C_{\text{р.н}}} \right) C_p - \frac{Q_{\text{п}} C_{\text{п}}}{V} = 0.$$

На основе представленной выше математической модели на языке программирования Delphi была написана программа для расчета и представления информации в графическом виде.

На сравнительном графике (рис. 2), на котором изображены четыре кривые, полученные в программе, написанной по представленной выше математической модели, можно четко проследить зависимость процесса крашения от различных управляющих параметров. Так снижение концентрации подпи-



точного раствора с 200 г/л (график 1) до 40 г/л (график 3) позволяет снизить концентрацию красителя в ванне более чем в 4,5 раза. Таким образом, с помощью данной программы можно не только поддерживать концентрацию красителя на уровне, обеспечивающем требуемое качество окраски, но и регулировать время выработки ванны с целью снижения сброса большого количества красителя со сточными водами.

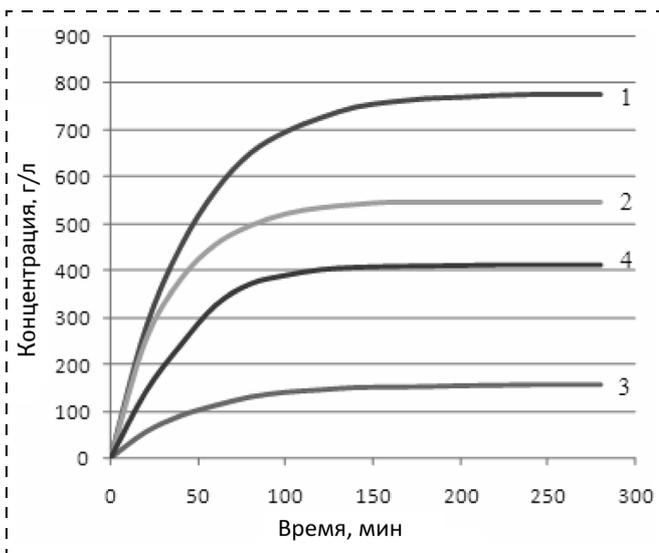


Рис. 2. Сравнительный график зависимостей процесса крашения от управляющих параметров:

1 — состояние системы при следующих исходных данных ($V = 800$ л, $v = 55$ м/мин, $C_{\text{п}} = 200$ г/л, $Q_{\text{п}} = 1,12$ л/мин); 2 — состояние системы при увеличении скорости движения ткани ($V = 800$ л, $v = 80$ м/мин, $C_{\text{п}} = 200$ г/л, $Q_{\text{п}} = 1,12$ л/мин); 3 — состояние системы при уменьшении концентрации подпиточного раствора ($V = 800$ л, $v = 55$ м/мин, $C_{\text{п}} = 40$ г/л, $Q_{\text{п}} = 1,12$ л/мин); 4 — состояние системы при уменьшении количества подпиточного раствора ($V = 800$ л, $v = 55$ м/мин, $C_{\text{п}} = 40$ г/л; $Q_{\text{п}} = 0,6$ л/мин)

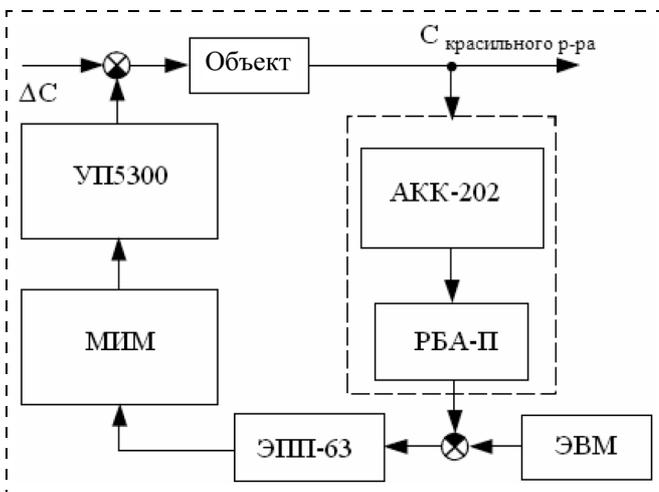


Рис. 3. Структурная схема автоматической системы регулирования концентрации красильного раствора

На основе полученной математической модели и компьютерной программы была разработана структурная схема регулирования концентрации красильного раствора (рис. 3).

На красильной ванне предлагается монтировать прибор АКК-202 со встроенным индуктивным датчиком для измерения концентрации раствора (чувствительный элемент датчика). Из него стандартный токовый сигнал 0...5 мА подается на аналоговое регулирующее устройство РБА-П, формирующее ПН-закон регулирования. Далее электрический сигнал подается на вход электропневматического преобразователя ЭПП-63 и далее пневматический сигнал 0,02...0,1 МПа подается на мембранный исполнительный механизм МИМ типа ППХ-250-25-016-11, установленный на линии подачи питающего раствора. В зависимости от полученного с АКК-202 сигнала, ЭВМ подает сигнал на переключатель УП5300, который либо увеличивает, либо уменьшает количество подаваемого в красильную ванну красителя.

С целью совершенствования существующей технологической схемы очистки сточных вод красильно-отделочного производства, произведен анализ возможности применения метода гальванокоагуляции, в результате которого предложена комплексная технология очистки сточных вод красильно-отделочных производств.

Реагентные методы, применяемые для очистки подобных сточных вод от красителей, ионов хрома, с одновременной нейтрализацией рН, в настоящее время уступают по экологическим и экономическим показателям электрохимическим методам. Поскольку наиболее неблагоприятное влияние на уровень биологической очистки оказывают красители, предлагается выделять сточные воды после процессов крашения в самостоятельную линию.

По предлагаемой схеме очистки (рис. 4) усредненные и освобожденные от некоторого количества загрязнителей сточные воды подвергаются гальванообработке в поле гальванопары железо-кокс (Fe—C) в гальванокоагуляторах. Сущность работы этого аппарата заключается в том, что при контакте в растворе двух элементов, имеющих заметное различие в величинах электродных потенциалов, образуется гальваническая пара (например, Fe—C). При этом менее электроположительный, элемент (железо) растворяется и переходит в раствор в виде двухвалентных ионов Fe^{2+} . Последующее их окисление до Fe^{3+} сопровождается различными химическими превращениями в процессе протекания окислительно-восстановительных реакций. Окисление ионов двухвалентного железа происходит за счет взаимодействия их с кислородом воздуха с образованием труднорастворимых оксидов. Образующиеся при этом кристаллические структуры хими-

ческих соединений одновременно являются коагулянтами и сорбентами многих неорганических и органических веществ, находящихся в сточных водах. В итоге происходит осаждение из растворов разнообразных загрязнителей. Дополнительная подача воздуха в аппарат позволяет проводить деструктивное разложение некоторых органических соединений, в частности красителей. Вследствие окисления железа и образования при этом малорастворимых химических соединений в обрабатываемых водах появляются дополнительные примеси — взвешенные вещества, поэтому вытекающую из аппарата воду необходимо отстаивать. Выделяющийся осадок, в котором содержатся труднорастворимые соединения железа и другие примеси, необходимо периодически удалять.

Таким образом, используя приведенную математическую модель и программу, написанную на ее основе, можно не только поддерживать концентрацию красителя на уровне, обеспечивающем требуемое качество окраски, но и регулировать время выработки ванны с целью снижения сброса большого количества красителя со сточными водами. В комплексе с реализацией предложенной технологической схемы очистки сточных вод с применением метода гальванокоагуляции это позволит добиться улучшения экологических показателей безопасности технологических процессов красильно-отделочного производства.

Список литературы

1. Soc J. Dyers and Colour. — 1998. — V. 114. — № 1. — P. 2.
2. Терасимов М. Н., Козлов В. В., Зуйкова Н. С. Тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф. "Теория и практ. разработки оптим. технол. процессов и конструкций в текстил. пр-ве". 1997.
3. Van J. Hul J. P., Racz J. G., Reith T. // J. Soc. Dyers and Colour. 1997. V. 113. N 10. P. 287—291.
4. Watter J. C., Biagtan E., Senler O. // Separ. Sci. and Technol. 1991. V. 26. N 10—11. P. 1295—1313.
5. Vikram S. // Text. Chem. and Color. 1998. V. 30. N 1. P. 17—19.
6. Gow J. S. // Magy textiltechn. 1981. V. 24. № 10. P. 517—524.
7. Sfreibelt H. P. // Chemiefas-Textilind. 1983. V. 33/85. № 7—8. P. 500.
8. Ehattacharya A. K., Das R. R. // Proc. Nat. Symp. Appl. Nucl. and Allied Techn. Publ. Health and Pollut. Contr. Bombay. 12—13 Febr. 1981, p. 165.



Рис. 4. Предлагаемая технологическая схема очистки сточных вод красильно-отделочного производства

9. Мамонтова А. А., Кондрашова Т. Б., Слободян В. В. // Химия и технология воды. 1984. Т. 6. № 2. С. 182—183. 11.
10. Fiala V., Villiger K. // Textilveredlung. 1979. Bd. 14. № 1. S. 5—12.
11. Светашова Е. С., Краснобородько И. Г., Цапахина Р. Б. Исследование возможности электрохимического обесцвечивания сточных вод от крашения шерстяных и полушерстяных изделий. Сан. техника // Сб. трудов Ленинградского инж.-стр. института. 1973. С. 94—97.
12. Diemunsch J. // Teintex. 1979. V. 44. № 11. P. 9—16.
13. Diemunsch J. // Melliand Textilber. 1979. V. 60. № 7. P. 606—609.
14. Чирков О. А. Управление экологической безопасностью красильно-отделочных производств. — Н. Новгород: НФ УРАО, 2007: Современные проблемы науки, образования и производства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, специалистов, преподавателей и молодых ученых, том 2, 2007. — С. 191—193.
15. Чирков О. А., Нилов А. П., Башаева И. А. Пути повышения экологической безопасности красильно-отделочного производства. — М.: МГТУ "СТАНКИН", ПРОТЭК-2007: Труды международной научно-практической конференции, 2007.
16. Чирков О. А., Нилов А. П., Башаева И. А. Пути повышения экологической безопасности красильно-отделочного производства. — Труды конференции "Наука и инновации, 2007".
17. Чирков О. А. Управление экологической безопасностью красильно-отделочных производств. — Н. Новгород: НФ УРАО, 2007: Современные проблемы науки, образования и производства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов, специалистов, преподавателей и молодых ученых, том 2, 2007. — С. 191—193.

УДК 621.18-182.2.001.8

Ю. Х. Поландов, д-р техн. наук, М. А. Барг,
С. А. Власенко, канд. техн. наук, А. В. Митрохин
Орловский государственный технический университет

О результатах экспериментального исследования взрывов газоз-воздушной смеси в топке парового котла КП-0,12

Экспериментальные исследования взрыва газоз-воздушной смеси в топке парового котла малого давления показали увеличение давления взрыва при нарастании времени задержки воспламенения топлива, что влечет за собой развитие опасной ситуации, связанной с разрушением оборудования и причинением вреда здоровью обслуживающего персонала.

Ключевые слова: паровой котел, взрыв, газоз-воздушная смесь, топка.

Polandov Yu. H., Barg M. A., Vlasenko S. A., Mitrohin A. V. *About results of the experimental investigation of a gas-air mix combustion explosion in the steam boiler KP-0.12 furnace*

Experimental researches of explosion in a gas-fueled furnace of a small pressure steam-boiler have shown increase of explosion pressure if the time of a combustion delay of the fuel is increase. So the dangerous situation connected with collapse of the equipment and a trespass to health of attendants exists.

Keywords: steam boiler, combustion explosion, gas-air mix, furnace.

В последнее время все большее распространение находит оборудование, работающее на газовом топливе, и паровые котлы малого давления не стали исключением. При этом вполне очевидна угроза, связанная с возникновением взрывов топлива при их эксплуатации. Ситуация особенно актуальна, поскольку, закупая оборудование, предназначенное для работы на жидком топливе, потребители зачастую самовольно переводят его на газ, не учитывая конструктивных и эксплуатационных особенностей теплотехнической установки или просто ликвидируют взрывные клапаны, нарушая требования безопасной эксплуатации теплотехнического оборудования. При этом вопрос о степени опасности взрывов газового топлива в таком оборудовании остается открытым. В статье описана смоделированная ситуация, возникающая при натекании газа в топку парового котла по причине негерметичности запорной арматуры и неработоспособности или отсутствия взрывного клапана.

В качестве экспериментального объекта выбран паровой котел малого давления марки КП-0,12 (рис. 1) производства ОАО "Возовсельмаш" (п. Возы, Курская область), паропроизводительностью 160 кг/ч и рабочим давлением пара 0,02...0,06 МПа избыточных.

Котел обладает трехходовой топкой, расположенной внутри барабана, и включающей цилиндрическую жаровую трубу и конвективный пучок дымогарных труб (рис. 2). Во время проведения

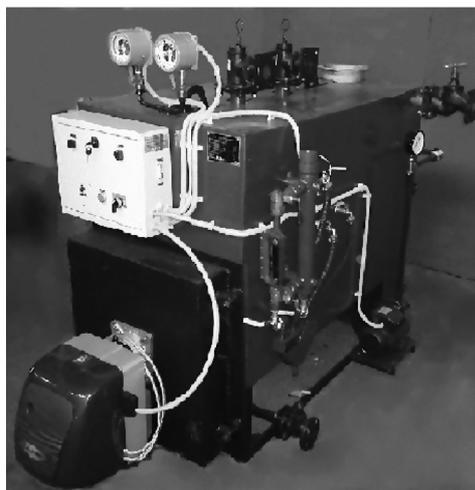


Рис. 1. Паровой котел КП-0,12 (общий вид)

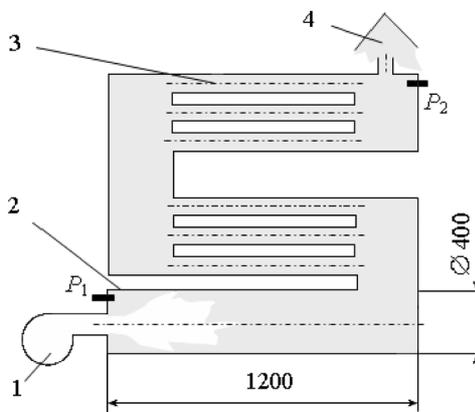


Рис. 2. Схема топки парового котла КП-0,12:

1 — горелка; 2 — жаровая труба; 3 — пучок конвективных труб (восемь штук, $d = 50$ мм); 4 — дымовая труба (длина 6 м, $d = 200$ мм); P_1, P_2 — преобразователи давления

экспериментов теплотехническая установка снабжалась газовой горелкой Lamborghini (Италия). Вентилятор, расположенный в горелке и предназначенный для создания однородной газо-воздушной смеси, был отключен, а взрывной клапан, расположенный на задней стенке топки — заглушен. В качестве подаваемого топлива использовалась смесь сжиженных газов (50 % пропан, 50 % бутан).

Для воссоздания реальных процессов, происходящих в оборудовании при взрыве топлива, применялся метод намеренного перевода исследуемого объекта в опасное состояние [1], а безопасность персонала обеспечивалась использованием дистанционных систем управления и измерения. Натекание газа осуществлялось путем принудительного открытия запорной арматуры на пути газа в топку.

Целью экспериментального исследования являлось измерение давления P взрыва газо-воздушной смеси в топке парового котла при разных значениях времени τ задержки воспламенения топлива, т. е. при увеличении концентрации газа. В ходе исследования проведено 12 экспериментов, каждый из которых включал три опыта с одинаковыми начальными условиями. Задержка воспламенения смеси газов составляла от пяти до шестидесяти секунд. Давление взрыва измерялось в двух точках: в начале топки (P_1), где непосредственно производится впрыск топлива и его воспламенение, и в конце топки (P_2). На рис. 3 представлено изображение взрыва газо-воздушной смеси в топке котла.

Эксперименты показали, что при задержках воспламенения до 30 с значения давления взрыва незначительны и не оказывают большого влияния на работоспособность оборудования и безопасность персонала, но при увеличении задержки давление

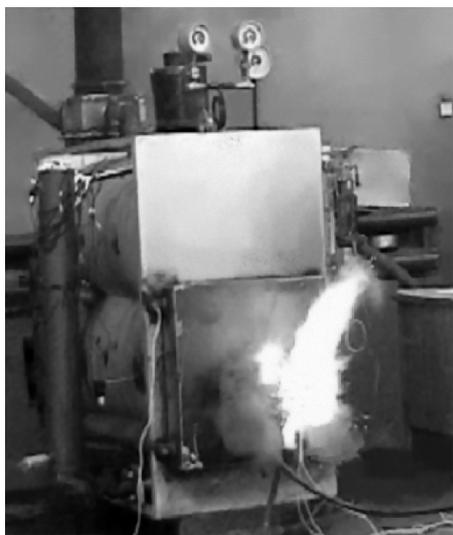


Рис. 3. Взрыв газо-воздушной смеси в топке парового котла

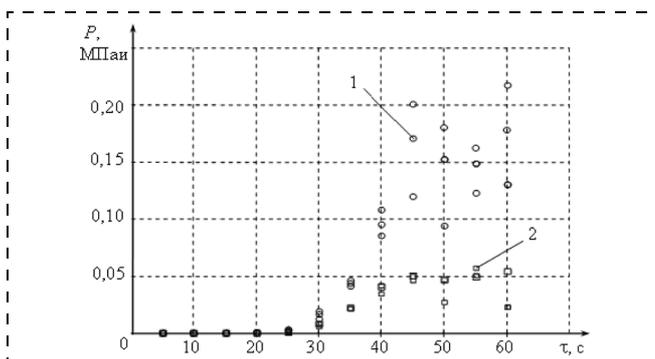


Рис. 4. Экспериментальные значения давления взрыва газо-воздушной смеси в топке парового котла при разных значениях времени задержки воспламенения:

1 — значения давления P_1 ; 2 — значения давления P_2

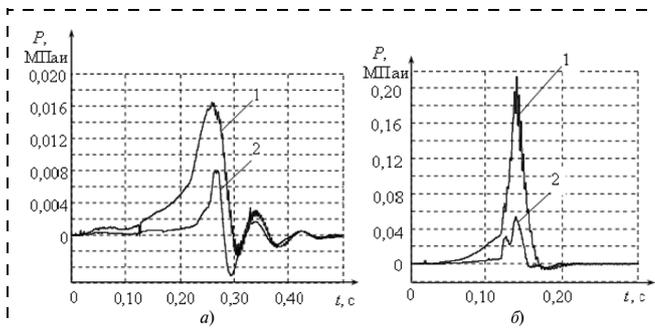


Рис. 5. Экспериментальные кривые давления взрыва газо-воздушной смеси при разных значениях задержки воспламенения:

а — $\tau = 30$ с; б — $\tau = 60$ с

резко возрастает. Так на рис. 4 показаны значения давления взрыва в каждом из проведенных опытов, а на рис. 5 представлены типичные кривые давления взрыва при разных значениях времени задержки воспламенения газо-воздушной смеси.

В конце серии экспериментов при $\tau = 60$ с герметичность топки котла была нарушена из-за деформации узлов крепления задней крышки и образования зазора размером шириной 5 мм по всему периметру крышки. После этого эксперименты были прекращены.

Итак, экспериментальные исследования показали, что при натекании газа в течение более чем 30 с из-за негерметичности запорной арматуры в топку парового котла малого давления марки КП-0,12 может возникнуть опасная ситуация, связанная со взрывом газо-воздушной смеси.

Список литературы

1. Поландов Ю. Х. Технология оценки взрывобезопасности теплотехнического оборудования [Текст] / Ю. Х. Поландов, С. А. Власенко // Тяжелое машиностроение. — 2006. — № 2. — С. 29—31.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках проекта 06-08-96306.

УДК 351.211.122

К. Г. Горгоц¹, канд. техн. наук,

В. В. Чупрунов², главный государственный инженер, **А. Ю. Эрнст**¹

¹ Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск

² Ростехнадзор Ханты-Мансийского автономного округа — Югры

Система целевой подготовки кадрового резерва специалистов инспекций Ростехнадзора ХМАО — Югры в рамках учебного процесса специальности 190603 "Сервис транспортных и технологических машин и оборудования"

Проведена программа целевой непрерывной совместной подготовки кадрового резерва специалистов инспекций Ростехнадзора в рамках учебного процесса специальности 190603 "Сервис транспортных и технологических машин и оборудования" Югорского государственного университета, учитывающая специфику деятельности инспекторов в условиях Ханты-Мансийского автономного округа — Югры (ХМАО — Югры).

Ключевые слова: кадровый резерв, инспекция Ростехнадзора, специалист, целевая подготовка, учебный процесс.

Gorgotz K. G., Chuprunov V. V., Arnst A. U.
The professional training system of Yugra state technical control inspection staff reserve as part of education course 190603 'Service of transport and technological vehicles and machinery'.

The article describes the developed program of joint professional training of Yugra state technical control inspection staff reserve as part of education course 190603 'Service of transport and technological vehicles and machinery' with regard to the inspection work in Khanty-Mansiysk Autonomous District — Yugra.

Keywords: staff reserve, state technical control inspection, specialist, professional training, education process.

Основной задачей государственного надзора за техническим состоянием самоходных машин и других видов техники в Российской Федерации является осуществление надзора за техническим состоянием тракторов, прицепов к ним, самоходных дорожно-строительных и иных машин в процессе использования независимо от их принадлежности в части обеспечения безопасности для жизни, здо-

ровья людей и имущества, охраны окружающей среды, а в агропромышленном комплексе — за техническим состоянием этой техники и других машин и оборудования в процессе использования и соблюдением правил их технической эксплуатации, регламентируемых государственными стандартами, сертификатами и другой нормативной документацией.

В состав Государственной инспекции по надзору за техническим состоянием самоходных машин и других видов техники (Ростехнадзор) Ханты-Мансийского автономного округа — Югры входит окружная инспекция, а также девятнадцать районных и городских инспекций с общей численностью инспекторов 76 человек. Инспекция работает с 2700 юридическими лицами и 4650 физическими лицами. Общее количество единиц техники, зарегистрированной в органах Ростехнадзора, составляет более 53000 единиц, ежегодно их количество увеличивается на 6 %.

Особенностью ХМАО — Югры является большой разброс предприятий и производственных площадок на значительной территории, составляющей 550 тыс. км², низкий уровень развитости транспортного сообщения и большая номенклатура применяемой техники, в основном зарубежного производства. Инспекторам Ростехнадзора приходится проводить в командировках ежегодно в среднем около 50 дней. Такие условия работы требуют высоких профессиональных знаний, владения информацией о многочисленных владельцах поднадзорной инспекции техники, а также хорошего физического состояния. В настоящее время средний возраст инспекторов составляет 42 года. Период адаптации и профессионального становления у лиц, поступающих в органы Ростехнадзора, составляет в среднем 2 года.

В настоящее время в системе высшего профессионального образования отсутствует образователь-



ный стандарт целевой подготовки дипломированных специалистов для работы в органах Ростехнадзора. В связи с этим имеет место проблема подготовки высококвалифицированного кадрового резерва инспекторов Ростехнадзора ХМАО — Югры из местных кадров, способных адаптироваться к работе в инспекциях в короткие сроки.

Большинство отраслевых предприятий ХМАО — Югры имеет в своих парках значительное количество самоходных и технологических машин. Их обслуживание и ремонт осуществляются, как правило, в универсальных производственных подразделениях специалистами широкого профиля. Следовательно, актуальным является подготовка специалистов руководящего технического звена, обладающих достаточными знаниями для квалифицированной деятельности с различными видами самоходных и технологических машин, эксплуатируемых на предприятиях округа.

Такая подготовка организована в рамках специальности 190603 "Сервис транспортных и технологических машин и оборудования" (Автомобильный транспорт) Югорского государственного университета путем введения в учебный план соответствующей специализации, предполагающей, что студенты при желании должны иметь возможность получить углубленные знания в области устройства, эксплуатации, ремонта, государственного учета и контроля самоходных машин и технологических машин, а также пройти специализированную подготовку для получения возможности поступления в кадровый резерв органов Ростехнадзора.

Основой для разработки учебного плана соответствующей специализации явилось значительное соответствие государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (далее Стандарт) специальности 190603 [1, 2] квалификационным требованиям к должностным обязанностям инспектора Ростехнадзора [3]. В частности Стандарт предусматривает в квалификационной характеристике, что выпуск должен быть готов осуществлять свою профессиональную деятельность, в том числе, и в организациях, осуществляющих контроль за техническим состоянием транспортных и технологических машин и оборудования согласно действующему законодательству. В состав задач профессиональной деятельности выпускника названной специальности входят:

— эксплуатация транспорта и транспортного оборудования, используемого в отраслях народного хозяйства в соответствии с требованиями нормативно-технических документов;

— проведение испытаний и определение работоспособности установленного, эксплуатируемого и

ремонтируемого транспорта и транспортного оборудования;

— надзор за безопасной эксплуатацией транспорта и транспортного оборудования;

— организация и совершенствование системы учета и документооборота;

— осуществление технического контроля и управления качеством изделий, продукции и услуг;

— обучение и аттестация обслуживающего персонала и специалистов;

— обеспечение безопасности эксплуатации, в том числе экологической безопасности, хранения, обслуживания, ремонта и сервиса транспорта и транспортного оборудования, безопасных условий труда персонала;

— организация и осуществление технического контроля при эксплуатации транспорта и транспортного оборудования;

— проведение стандартных и сертификационных испытаний материалов, изделий и услуг;

— осуществление метрологической поверки основных средств измерений и диагностики;

— разработка планов, программ и методик проведения исследований объектов профессиональной деятельности;

— информационный поиск и анализ информации по объектам исследований;

— обоснование и применение новых информационных технологий.

Основная образовательная программа подготовки инженера по специальности 190603 состоит из дисциплин федерального компонента, дисциплин национально-регионального (вузовского) компонента, дисциплин по выбору студента, а также факультативных дисциплин. Дисциплины вузовского компонента и по выбору студента в каждом цикле должны содержательно дополнять дисциплины, указанные в федеральном компоненте цикла.

Основная образовательная программа подготовки инженера предусматривает изучение студентом следующих циклов дисциплин:

цикл ГСЭ — Общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины;

цикл ЕН — Общие математические и естественнонаучные дисциплины;

цикл ОПД — Общепрофессиональные дисциплины;

цикл СД — Специальные дисциплины, включая дисциплины специализации;

ФТД — Факультативы.

Содержание национально-регионального компонента основной образовательной программы подготовки инженера направлено на обеспечение подготовки выпускника в соответствии с квалифи-



кационной характеристикой, установленной государственным образовательным стандартом.

Анализ общеобразовательной программы подготовки инженера и содержания циклов дисциплин, изучаемых студентами по специальности 190603 "Сервис транспортных и технологических машин и оборудования", показывает, что приобретаемые студентами знания, умения и опыт соответствуют в основном уровню требований к должностным обязанностям инспекторов и задачам, решаемым органами Ростехнадзора. Однако для сокращения периода адаптации и профессионального становления инспекторов, поступающих в органы Ростехнадзора после окончания специальности 190603 Югорского государственного университета, необходимо решить следующие задачи:

а) повысить уровень теоретических знаний студентов в области государственного учета и технического контроля состояния машин, поднадзорных органам Ростехнадзора;

б) дать знания об особенностях работы органов Ростехнадзора ХМАО — Югры;

в) дать дополнительные знания об устройстве, работе, техническом обслуживании, ремонте и контроле технического состояния машин, поднадзорных органам Ростехнадзора, эксплуатирующихся в ХМАО;

г) обеспечить студентам возможность получения рабочей профессии тракториста;

д) дать студентам практические навыки работы в качестве инспектора Ростехнадзора, в частности, по применению диагностических приборов, решению юридических вопросов по оформлению техники в лизинг, в залог, оформлению права пользования техникой по наследству и др.

Поставленные задачи решаются введением специализированной подготовки студентов в рамках действующего образовательного стандарта специальности 190603, базирующейся на корректировке учебного плана, рабочих программ учебных дисциплин и организации сквозных производственных и преддипломной практик в инспекциях Ростехнадзора.

В основу корректировки учебной документации положены следующие принципы:

— включение в учебный план обязательной дисциплины, предусматривающей изучение положений по организации государственного учета и правил контроля технического состояния самоходных и технологических машин;

— обеспечение для студентов, желающих получить углубленные знания по эксплуатации самоходных и технологических машин, а также знания о деятельности инспекций Ростехнадзора, непре-

рывной дополнительной теоретической подготовки в рамках циклов общепрофессиональных, специальных и факультативных дисциплин.

В учебный план специальности "Сервис транспортных и технологических машин и оборудования" в цикл общепрофессиональных дисциплин (ОПД), вводится дисциплина "Организация государственного учета и контроля состояния самоходных машин и прицепов". Дисциплина читается студентам в пятом семестре (третий курс, осенний семестр), общий объем работы студента составляет 60 часов, из них лекции — 15 часов, лабораторные занятия — 15 часов, самостоятельная работа — 30 часов. Преподавание данной дисциплины осуществляется высококвалифицированными специалистами окружной инспекции Ростехнадзора ХМАО — Югры. В состав факультативных дисциплин введены две дисциплины.

• Дисциплина "Типаж и устройство самоходных машин и прицепов". Дисциплина читается студентам в седьмом семестре (четвертый курс, осенний семестр), общий объем работы студента составляет 90 часов, из них лекции — 15 часов, лабораторные занятия — 30 часов, самостоятельная работа — 45 часов.

• Дисциплина "Профессиональная подготовка машиниста (по специальностям: тракторист, водитель погрузчика, бульдозера, экскаватора одноковшового, транспортной гусеничной машины)". Данная дисциплина читается студентам в восьмом семестре по программам профессиональной подготовки и повышению квалификации рабочих, разработанным институтом развития профессионального образования Министерства образования и науки РФ и согласованных с Департаментом научно-технологической политики и образования Минсельхоза РФ.

После окончания третьего курса студенты направляются в инспекцию Ростехнадзора на первую производственную практику, во время которой изучают нормативную документацию, знакомятся со спецификой взаимодействия инспекции с организациями и физическими лицами, порядком составления графиков осмотра самоходных машин и прицепов, изучают правила государственной регистрации тракторов, самоходных дорожно-строительных и иных машин и прицепов к ним, а также знакомятся со средствами контроля технического состояния машин.

После окончания четвертого курса студенты направляются на вторую производственную практику, во время которой они принимают участие в проведении государственного технического осмотра самоходных машин и прицепов, регистрации на-

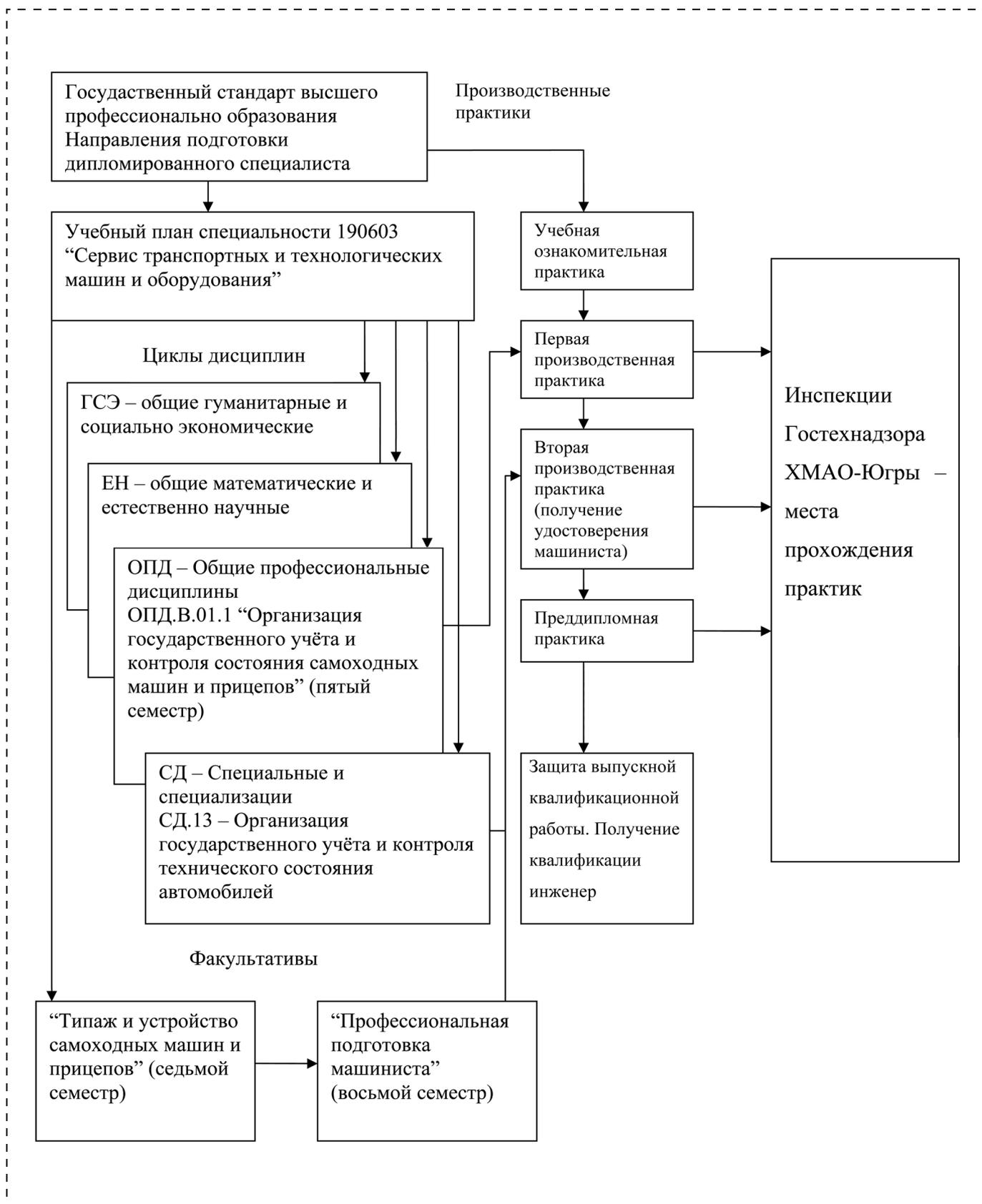


Рис. 1. Схема непрерывной подготовки кадрового резерва специалистов для инспекции Гостехнадзора ХМАО – Югры в рамках специальности 190603

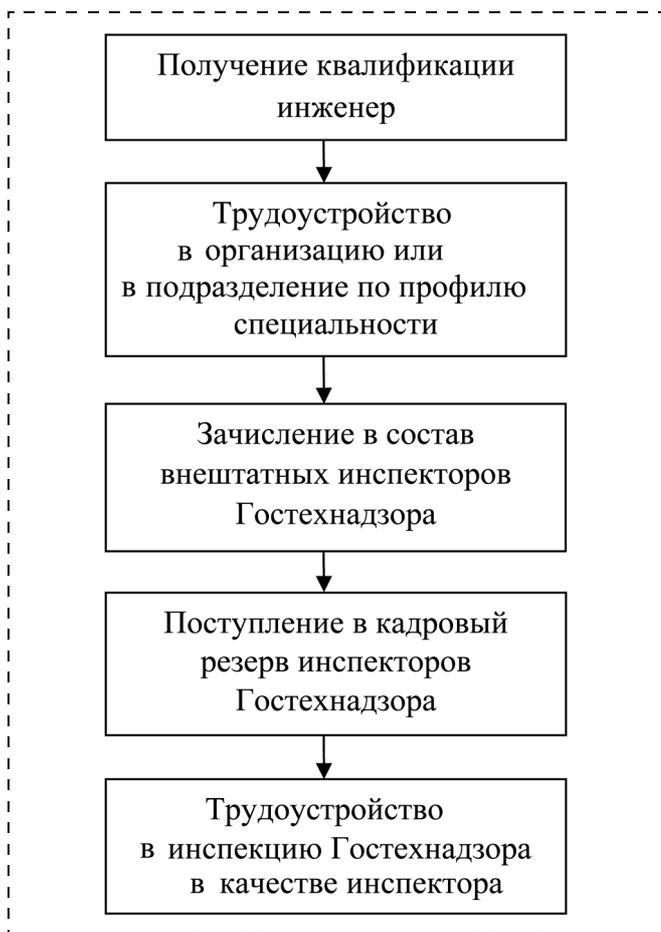


Рис. 2. Схема карьерного роста выпускника специальности 190603, прошедшего дополнительную специализированную подготовку для работы в качестве инспектора Ростехнадзора

званной техники, в приеме экзаменов на получение рабочих процессов, а также сами сдают экзамен по специальности "Машинист".

На пятом курсе студенты проходят в инспекциях Ростехнадзора преддипломную практику, во время

которой собирают материал для выполнения выпускной квалификационной работы в области повышения безопасности эксплуатации самоходных машин и прицепов и совершенствования системы их государственного учета и контроля технического состояния.

Схема непрерывной подготовки кадрового резерва специалистов для инспекции Ростехнадзора ХМАО — Югры в рамках специальности 190603 Югорского государственного университета представлена на рис. 1.

Схема карьерного роста выпускника специальности 190603, прошедшего дополнительную специализированную подготовку для работы в качестве инспектора Ростехнадзора, представлена на рис. 2.

Реализация представленной программы позволяет без значительных дополнительных затрат осуществлять целевую подготовку квалифицированного кадрового резерва инспекции Ростехнадзора.

Список литературы

1. **Государственный** образовательный стандарт высшего профессионального образования направления подготовки дипломированного специалиста 190600 — "Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования". Утвержден 31.10.2001 г. регистрационный номер 529 тех/дс.
2. **Дополнение** к государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования направления подготовки дипломированного специалиста 190600 — "Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования". Утвержден 31.10.2001 г. регистрационный номер 521 тех/дс.
3. **Положение** о государственном надзоре за техническим состоянием самоходных машин и других видов техники в РФ (с изменениями и дополнениями, утвержденными постановлениями Правительства Российской Федерации от 12 марта 1996 г. № 271 и от 2 февраля 1998 г. № 141). Утвержден постановлением Совета Министров — Правительства РФ от 13 декабря 1993 г. № 1291.

АНОНС!

В следующем номере журнала продолжаем публикацию материала об истории кафедры "Экология и промышленная безопасность" МГТУ им. Н. Э. Баумана в период 1946—1953 годов и ее заведующем в это время Н. И. Скороходове



УДК 331.361:35.078.001.25

О. М. Зиновьева, канд. техн. наук, **Б. С. Мاستрюков**, д-р техн. наук,
А. М. Меркулова, канд. техн. наук, **Н. А. Смирнова**
ГТУ "МИСиС"

Дополнительное обучение учащихся, специалистов и руководителей образовательных учреждений в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях

В статье приведены основные элементы оптимизированных программ дополнительного обучения учащихся, специалистов и руководителей образовательного учреждения в области обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях, составленные с помощью специально разработанной компьютерной программы "Квалифик", ориентированной на построение деревьев знаний и умений.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, чрезвычайные ситуации, дополнительное обучение в области БЖД в ЧС, программы обучения в области обеспечения ВЖД в ЧС.

Zinovieva O. M., Mastrukov B. S., Merkulova A. M., Smirnova N. A. Additional education of students, specialists and executives of educational institutions in the field of providing of life protection in emergency

The base elements of optimized programs of additional education for students, specialists and executives of educational institutions are described in the article. The educational programs developed with use of special computer program "Qualific" designed for knowledge trees elaboration.

Keywords: providing of social safety, emergency events, addition education in the field of providing of social safety during emergency events, programs of education in the field of providing of social safety during emergency events.

Анализ ГОСов и образовательных программ дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" для бакалавров, специалистов и учащихся средних и высших образовательных учреждений (ОУ) [1] показал, что при подготовке бакалавров и специалистов не уделяется достаточно внимания проблемам обеспечения безопасности жизнедеятельности (БЖД) в чрезвычайных ситуациях (ЧС). Высшая профессиональная школа выпускает будущих руководителей производства, недостаточно подготовленных

в области предупреждения и ликвидации локальных чрезвычайных ситуаций, что входит в число их профессиональных задач.

В рассматриваемой проблеме есть еще один аспект — уязвимость ОУ при ЧС в природно-техногенной сфере и террористических актах. Развитие и последствия ЧС при возникновении соответствующего источника ЧС в значительной степени зависят от "человеческого фактора" — адекватности действий гражданских организаций гражданской обороны, учащихся, специалистов и руководителей ОУ. Они должны не только знать, но и уметь действовать в условиях ЧС, т. е. должны иметь соответствующую подготовку.

Для решения этой проблемы в ГТУ "МИСиС" разработаны программы дополнительного обучения учащихся, специалистов и руководителей ОУ в области обеспечения безопасности в ЧС.

В случае возникновения ЧС в ОУ задачи учащихся, специалистов и руководителей по обеспечению безопасности жизнедеятельности существенно различаются. У всех у них одна основная цель — обеспечить безопасность жизнедеятельности в ЧС, но задачи и пути достижения этой цели разные.

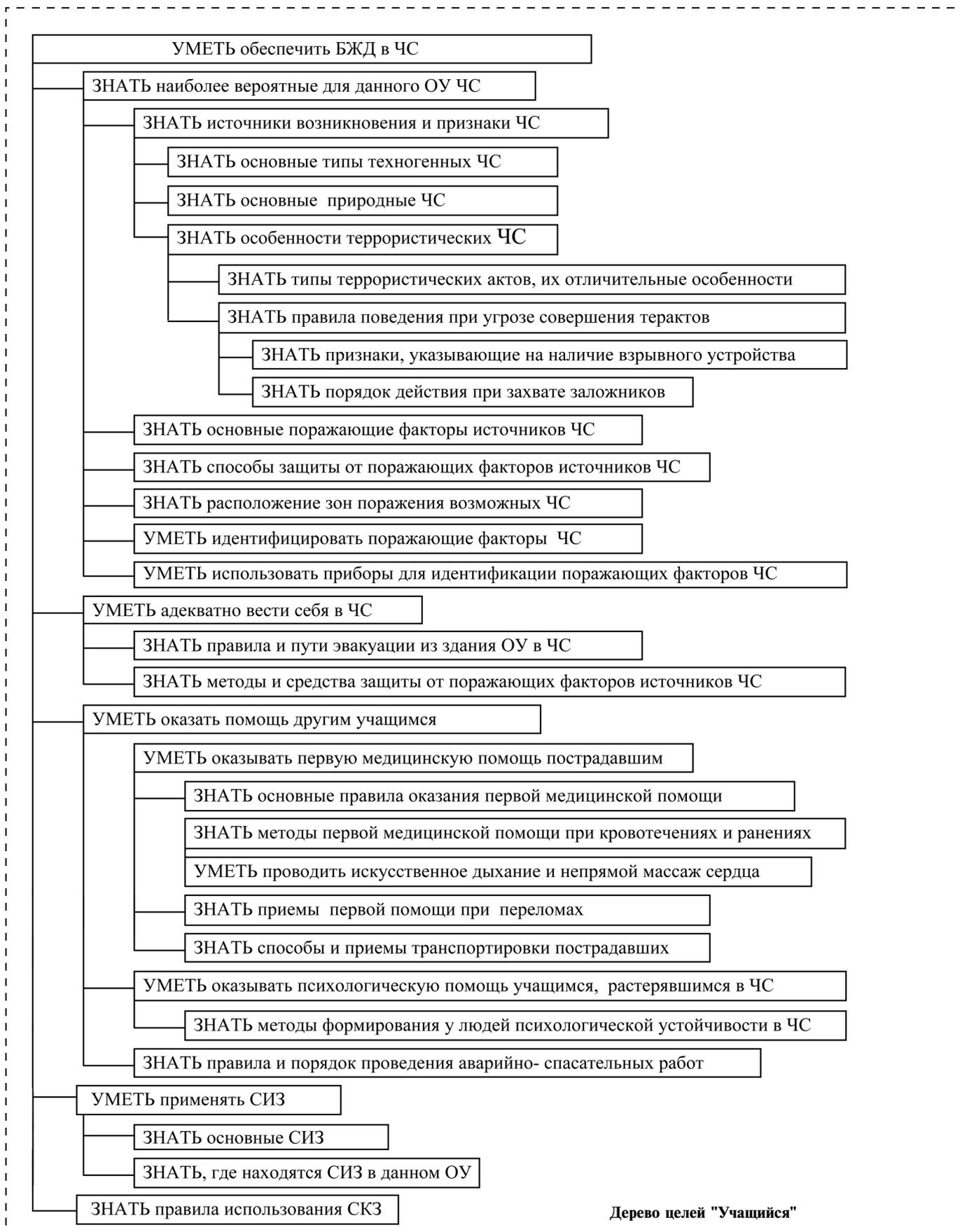
Согласно экспертным оценкам для обеспечения поставленной основной цели **учащийся** должен:

- уметь адекватно вести себя в ЧС;
- уметь оказывать помощь пострадавшим и раненым в ЧС;
- знать порядок и правила эвакуации из здания ОУ.

Другими словами, если учащийся не задействован в гражданских организациях Гражданской обороны ОУ, он должен позаботиться о себе и своих товарищах.

Согласно экспертным оценкам для обеспечения поставленной основной цели **специалист** должен:

- уметь предотвращать возникновение источников ЧС в ОУ;



Дерево целей "Учащийся"



— уметь организовывать эвакуацию учащихся и персонала ОУ в случае ЧС;

— уметь проводить аварийно-спасательные работы (АСР);

— уметь обеспечить учащихся и персонал ОУ средствами индивидуальной защиты (СИЗ);

— знать о наличии в ОУ или на ближайшей территории средств коллективной защиты (СКЗ);

— уметь проводить с учащимися и персоналом занятия по проблемам обеспечения БЖД в ЧС.

Согласно экспертным оценкам для обеспечения поставленной основной цели **руководитель** должен:

— уметь разрабатывать и реализовывать меры по предотвращению ЧС;

— уметь организовывать эвакуацию учащихся и персонала ОУ в случае ЧС;

— уметь организовывать проведение АСР;

— уметь организовывать обучение учащихся и персонала ОУ основам обеспечения БЖД в ЧС;

— уметь организовывать в ОУ структуры, обеспечивающие БЖД в ЧС;

— уметь контролировать деятельность структур ОУ, обеспечивающих БЖД в ЧС;

— знать перечень структур гражданской обороны и Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), которые следует информировать о возникновении ЧС.

Как видно из приведенных перечней обязанностей, учащиеся, специалисты и руководители в основном должны *уметь* (модель деятельности) выполнять те или иные действия. Но для того, чтобы это выполнить, они должны достаточно много *знать* (модель подготовки).

Для того чтобы получить необходимые компетенции, учащиеся, специалисты и руководители должны овладеть еще дополнительными знаниями и умениями, которые можно выявить, используя специально разработанную компьютерную программу "Квалифик" [2].

Программа "Квалифик" предназначена для работы в режиме диалога с экспертом дерева целей и последующего его анализа. "Квалифик" ориентирована преимущественно на составление деревьев знаний и умений, необходимых для овладения определенными компетенциями, но при определенных настройках может помогать и в построении любого дерева целей.

Пример дерева целей подготовки учащегося ОУ в области обеспечения БЖД в ЧС представлен на рисунке.

На основании деревьев целей несложно получить модель деятельности и модель подготовки

учащегося, специалиста и руководителя в области обеспечения БЖД в ЧС. Например, соответствующие модели для учащегося имеют вид.

Модель деятельности:

— уметь оказывать помощь пострадавшим и растерявшимся в ЧС;

— уметь оказывать первую медицинскую помощь;

— уметь проводить искусственное дыхание;

— уметь накладывать шину на поврежденную конечность;

— уметь транспортировать пострадавшего в безопасное место;

— уметь адекватно вести себя в ЧС;

— уметь защитить себя от поражающих факторов источника ЧС;

— уметь прогнозировать последствия наиболее вероятных в данном ОУ ЧС;

— уметь применять СИЗ;

— уметь пользоваться существующими СКЗ;

— уметь организованно покинуть здание по заранее установленным маршрутам.

Модель подготовки:

— знать основные симптомы поражения человека поражающими факторами ЧС;

— знать какое положение надо придать пострадавшему при разных видах поражения;

— знать правила проведения АСР;

— знать основные поражающие факторы наиболее вероятных ЧС;

— знать наиболее вероятные для данного ОУ ЧС;

— знать типы ЧС техногенного и природного характера;

— знать существующие СИЗ от основных поражающих факторов наиболее вероятных ЧС;

— знать существующие в данном ОУ СКЗ;

— знать от каких поражающих факторов защищает данные СКЗ;

— знать правила и порядок эвакуации из здания ОУ.

На основании построенных моделей деятельности и подготовки были разработаны программы дополнительного обучения учащихся, специалистов и руководителей в области обеспечения БЖД в ЧС. Поскольку полученные объемы курсов получились излишне большими, разработанные программы были подвергнуты оптимизации с учетом методических и временных ограничений. Основные элементы оптимизированных программ приведены ниже.



ПРОГРАММА

дополнительной подготовки учащихся высших образовательных учреждений в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях

Таблица 1

Объем дисциплины и виды учебной работы программы "Учащийся"

Вид учебной нагрузки	Количество часов
Общая трудоемкость	72
Аудиторные занятия	36
Лекции	18
Практические задания	10
Лабораторные работы	8
Самостоятельная работа	36
Вид итогового контроля	Зачет

Таблица 2

Разделы дисциплины и виды занятий программы "Учащийся"

Раздел дисциплины	Количество часов			Зачет
	Лекции	ПЗ	ЛР	
ЧС техногенного и природного характера, террористические акты	6	—	—	—
Опасные факторы источников ЧС и методы их идентификации	4	4	—	—
Действия в условиях ЧС	8	2	—	—
Оказание первой помощи пострадавшим и растерявшимся в ЧС	—	4	4	—
Средства индивидуальной и коллективной защиты при ЧС	—	—	4	—
Итого:	18	10	8	Зачет

Таблица 3

Перечень тем практических занятий программы "Учащийся"

Наименование	Количество часов
Методы оказания первой медицинской помощи (обучающая программа UTAN)	2
Методы оказания медицинской помощи при химическом отравлении (СДЯВ)	2
Средства противопожарной защиты	2
Приборы радиационной и химической разведки	2
Эвакуация из здания образовательного учреждения	2

Таблица 4

Перечень лабораторных занятий программы "Учащийся"

Наименование	Количество часов
Приемы оказания первой медицинской помощи (Электронный тренажер — муляж ЭЛТЭК)	4
Средства индивидуальной защиты органов дыхания	2
Средства индивидуальной защиты кожи	2

ПРОГРАММА

дополнительной подготовки специалистов высших образовательных учреждений в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях

Таблица 5

Объем дисциплины и виды учебной работы программы "Специалист"

Вид учебной нагрузки	Количество часов
Общая трудоемкость	90
Аудиторные занятия	44
Лекции	30
Практические задания	12
Лабораторные работы	4
Самостоятельная работа	44
Вид итогового контроля	Зачет

Таблица 6

Разделы дисциплины и виды занятий программы "Специалист"

Раздел дисциплины	Количество часов			Зачет
	Лекции	ПЗ	ЛР	
Нормативно-правовые основы обеспечения безопасности жизнедеятельности в ЧС и КС	4	—	—	—
ЧС техногенного и природного характера, террористические акты	6	—	—	—
Опасные факторы источников ЧС и методы их идентификации	4	4	—	—
Действия в условиях ЧС	8	2	—	—
Оказание доврачебной медицинской и психологической помощи	4	2	—	—
Средства индивидуальной и коллективной защиты при ЧС	4	2	4	—
Методика проведения занятий с персоналом и учащимися по проблемам обеспечения БЖД в ЧС	—	2	—	—
Итого:	30	12	4	Зачет

Таблица 7

Перечень тем практических занятий программы "Специалист"

Наименование	Количество часов
Методы оказания первой медицинской помощи (обучающая программа UTAN)	2
Средства противопожарной защиты	2
Приборы радиационной разведки	2
Приборы химической разведки	3
Эвакуация из здания образовательного учреждения	2
Методы проведения занятий	2

Таблица 8

Перечень тем лабораторных занятий программы "Специалист"

Наименование	Количество часов
Средства индивидуальной защиты органов дыхания	2
Средства индивидуальной защиты кожи	2



ПРОГРАММА

дополнительной подготовки руководителей высших образовательных учреждений в области обеспечения безопасности жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях

Таблица 9

Объем дисциплины и виды учебной работы программы "Руководитель"

Вид учебной нагрузки	Количество часов
Общая трудоемкость	70
Аудиторные занятия	36
Лекции	28
Практические задания	8
Лабораторные работы	—
Самостоятельная работа	34
Вид итогового контроля	Зачет

Таблица 10

Разделы дисциплины и виды занятий программы "Руководитель"

Раздел дисциплины	Количество часов			Зачет
	Лекции	ПЗ	ЛР	
Нормативно-правовые и организационные основы обеспечения БЖД в ЧС	6	—	—	—
Вероятные ЧС техногенного и природного характера, террористические акты в конкретном регионе и ОУ	8	—	—	—
Предотвращение возникновения источников ЧС в конкретном ОУ и ликвидации последствий ЧС	8	2	—	—
Организация защиты учащихся и персонала ОУ в случае ЧС	6	6	—	—
Итого:	28	8	—	Зачет

Таблица 11
Перечень тем практических занятий программы "Руководитель"

Наименование	Количество часов
Методы предотвращения ЧС в ОУ	2
Организация оповещения учащихся и персонала о возникновении ЧС. Сигналы оповещения о техногенных и природных ЧС	2
Организация эвакуации из здания ОУ	2
Действия КЧС ОУ в условиях угрозы, возникновения и ликвидации ЧС	2

Как видно из приведенного выше, объем и содержание дополнительной подготовки учащихся, специалистов и руководителей ОУ в области обеспечения БЖД в ЧС значительно отличаются друг от друга. Для каждого случая разработан учебно-методический комплект документации (УМКД), специфические аспекты которых будут освещены в последующих публикациях.

Занятия с учащимися желательно проводить на начальной стадии обучения. Все занятия проводятся в учебно-тренировочном комплексе по обеспечению БЖД в ЧС, созданном в ГТУ "МИСиС".

Список литературы

1. **Мастрюков Б. С., Зиновьева О. М.** Подготовка кадров по безопасности в чрезвычайных ситуациях в профессиональном образовании // Безопасность в техносфере. — № 3. — 2007. — С. 31—36.
2. **Власюк А. В., Мастрюков Б. С., Моргунов И. Б.** Системный подход к содержанию программ переподготовки специалистов по охране труда // Охрана труда. Практикум. — 2004. — № 3. — С. 11—16.

ИНФОРМАЦИЯ

2-й Международный Форум

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

17—19 июня 2009 года

Россия, Санкт-Петербург

Выставочный Центр "Северо-Запада РФ", пл. Победы, 2

Тематика выставки "Транс Порт Безопасность 2009"

- Охранные технические средства и системы безопасности комплексных транспортных узлов и портовых сооружений.
- Техника, технологии, оборудование для обеспечения пожарной безопасности и ликвидации пожаров.
- Универсальные и специализированные средства, оборудование и технологии для безопасности всех видов грузов.
- Объекты трубопроводного транспорта, наливные и газовые терминалы.
- Средства и системы связи и оповещения.
- Антитеррористическое и досмотровое оборудование.
- Компьютерная техника. Средства и технологии защиты информации.
- Экологическая безопасность портов и комплексных транспортных узлов.
- Средства и технологии предупреждения природно-техногенных аварий, ликвидация их последствий.
- Страхование на транспорте.
- Охрана труда, индивидуальные средства защиты.

Контакты: тел./факс: +7 (812) 596-3846, 295-7704

e-mail: 5963846@bk.ru, elv-07@bk.ru

<http://www.transportsafety.ru/>

О межгосударственном стандарте "Шум. Руководство по снижению шума кожухами и кабинами"

Данный материал мы публикуем по просьбе наших читателей, так как в системе стандартов нашей страны ГОСТ 31326—2006 "Шум. Руководство по снижению шума кожухами и кабинами" первый после ГОСТ 12.1.029—80 "ССБТ Методы и средства защиты от шума" документ, направленный на защиту воздействий интенсивных звуковых колебаний, как на производстве, так и в окружающей среде.

Прежде всего, отметим, что ГОСТ 31326—2006, введенный с 1.04.2007 г., идентичен ГОСТ ИСО 15666—2000, который обобщил мировой опыт использования звукопоглощающих конструкций.

В разделе "Область применения" стандарта разъясняется, что он распространяется:

- на свободно устанавливаемые кабины и кабины машин (например, на средствах транспорта, на подъемных кранах) для защиты оператора от шума;
- на свободно устанавливаемые ограждения или кожухи машин, имеющие площадь открытых акустически не защищенных проемов менее 10 % площади поверхности.

При этом стандарт устанавливает акустические и эксплуатационные требования, которые должны быть согласованы между производителями (или поставщиками) и потребителями.

Стандарт распространяется на легкие конструкции кожухов и кабин, но может быть также применен к массивным конструкциям, например с кирпичными стенами.

Отмечается, что стандарт не распространяется на кожухи и кабины с открытыми и акустически незащищенными проемами более 10 % площади,

а также на прикрепляемые к машине кожухи, являющиеся ее составной частью и повторяющие ее форму.

В разделе нормативные ссылки дается перечень межгосударственных стандартов, использованных в рассматриваемом документе.

В разделе "Термины и определения" раскрыто содержание следующих понятий: кожух, кабина, звукоизоляция кожуха по звуковой мощности, скорректированная звукоизоляция кожуха по звуковой мощности, звукоизоляция панели, звукоизоляция кожуха по звуковому давлению, звукоизоляция кабины по звуковому давлению, фактическая звукоизоляция кабины по звуковому давлению, звукоизоляция по уровню звука, оценка звукоизоляции кожуха, коэффициент несплошности.

В разделе "Общие положения" подчеркивается, что объект, для защиты от шума которого предназначен кожух, должен быть идентифицирован, при этом его шум необходимо измерять соответствующими методами по ГОСТ 31252—2004 или ГОСТ 31171—2003. Особо отмечается, что установка кожуха может привести к повышению температуры под ним, а вентиляторы и кондиционеры, установленные в кожухе для ее снижения, должны рассматриваться как дополнительные источники шума.

Обращается внимание, что распространение шума машины под кожухом в окружающее пространство может быть представлено четырьмя путями (рис. 1).

Путь 1 — воздушный шум, проникающий через неплотности (щели, отверстия) кожуха, требует наибольшего внимания. На очень низких частотах,

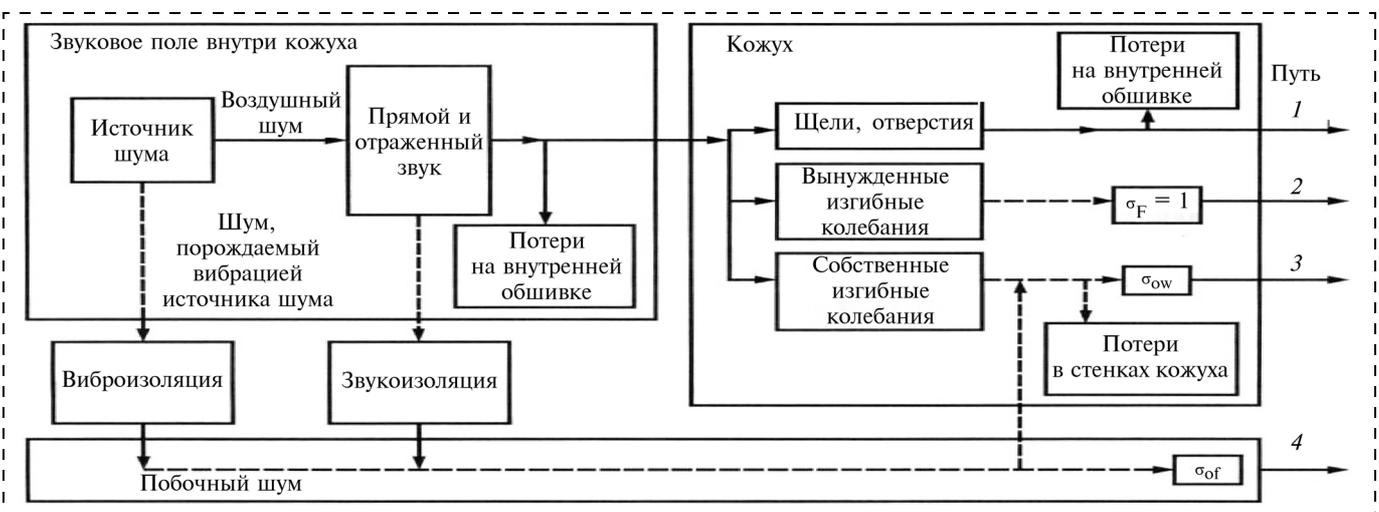


Рис. 1. Пути распространения шума из-под кожуха в окружающее пространство

когда размеры кожуха малы по сравнению с длиной волны звука и когда звукопоглощение внутренней обшивки кожуха мало или отсутствует, внутренний объем кожуха и кромки отверстий образуют резонатор Гельмгольца, что может быть причиной усиления шума (вносимые потери кожуха имеют отрицательный знак). На высоких частотах, когда кожух обеспечивает значительное звукопоглощение, коэффициент несплошности θ и звукопоглощение внутренней обшивки вблизи отверстий определяют передачу звука по пути 1. На высоких частотах при акустически незащищенных (неизолированных) отверстиях звукоизоляцию R по пути 1 рассчитывают по формуле:

$$R_1 = -10 \lg(\theta).$$

Путь 2 — шум, проникающий через стенки кожуха. На очень низких частотах отношение податливости воздуха внутри кожуха к объемной податливости его стенок обуславливают вносимые потери кожуха. На низких частотах воздушный объем между машиной и ближайшей стенкой кожуха может резонировать на частоте колебаний стенки, что сводит вносимые потери к минимуму.

На средних и высоких частотах потери на панели значительны. Они зависят от импеданса герметичной стенки кожуха и потерь на внутренней обшивке. У конструкций с одинарными стенками звукоизоляция для панелей с поверхностной массой до 15 кг/м^2 и до частот около 2000 Гц зависит от массы. Конструкции с двойными стенками применяют для повышения показателя снижения шума на средних частотах, превышающих резонансную частоту двойной стенки. Минимальная звукоизоляция имеет место при совпадении частоты падающей звуковой волны с частотой собственных изгибных колебаний панели, чего обычно следует избегать акустическим демпфированием внутренней обшивки на частотах свыше 2000 Гц . На низких частотах, если периметр кожуха меньше длины звуковой волны, коэффициент излучения при вынужденных изгибных колебаниях равен $\sigma_F \approx 1$.

Путь 3 — излучение при собственных изгибных колебаниях стенок кожуха. Обычно панели кожуха нежесткие, поэтому их коэффициент излучения σ_{0w} мал и преимущественно обусловлен колебаниями заземленных кромок или участками, прилегающими к точкам крепления. Собственные изгибные колебания главным образом возбуждаются передаваемой на стенки вибрацией и воздушным шумом. Демпфирование панелей обеспечивает поглощение этих колебаний. На частотах свыше 1000 Гц необходимо учитывать собственные изгибные колебания каркаса кожуха.

Путь 4 — побочный шум с эффективностью σ_{0f} , вызванный вибрацией и воздушным шумом источ-

ников, не зависящих от кожуха. Примерами побочного шума являются: шум пола, незакрытых частей машины, обрабатываемого машиной материала, присоединенных к машине трубопроводов. Излучение по пути 4 ухудшает акустические характеристики даже хорошо спроектированного кожуха.

В ответственных случаях следует рассматривать передачу звука по всем путям.

Применительно к конструкциям кожуха даются следующие рекомендации по проектированию: выбирают кожух или кабину с подходящими параметрами (достаточность размеров, обеспечение требований безопасности, возможность транспортирования сырья и т. д.).

В общем случае при использовании обычных материалов для описания акустических свойств панелей, закрепляемых на механически устойчивом каркасе, звукопоглощение и звукоизоляция являются достаточными. Типичными элементами кожуха или кабины (рис. 2) являются:

- наружная обшивка из стального листа толщиной $1,5 \text{ мм}$; если обшивку изготовляют из другого материала, то толщина ее должна быть такой, чтобы поверхностная масса, по меньшей мере, была в пределах от 10 до 15 кг/м^2 ;

- звукопоглощающее покрытие внутренней обшивки, изготовленное из минеральной ваты толщиной 50 мм ;

- перфорированная облицовка звукопоглощающего покрытия с площадью перфорации не менее 30% ;

- окно со стеклом толщиной 6 мм .

Типичный спектр уровней звукового давления излучения вблизи машины до и после установки описанного выше кожуха приведен на рис. 3.

Обращается внимание, что необходимо принимать все меры по устранению неплотностей. Щели между панелями устраняют, применяя в зависимости от акустических требований одинарное или

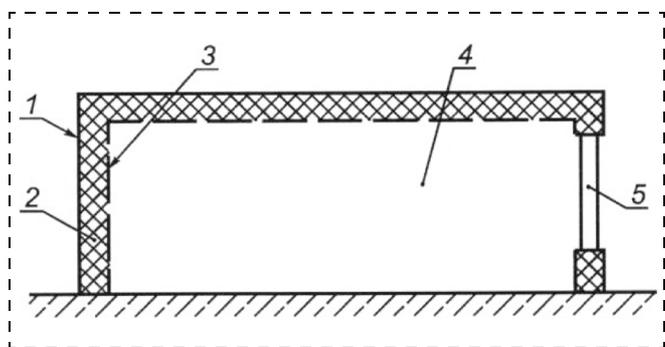


Рис. 2. Схема звукоизолирующего кожуха или кабины:

1 — внешняя обшивка; 2 — звукопоглощающее покрытие; 3 — перфорированная облицовка; 4 — место для установки машины или рабочая зона; 5 — окно

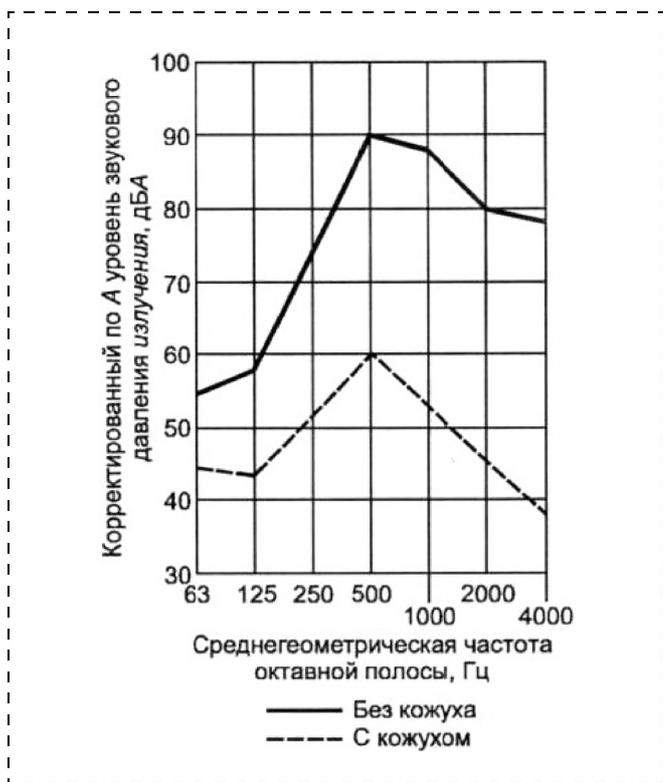


Рис. 3. Типичный пример скорректированных по А октавных уровней звукового давления излучения до и после установки кожуха

двойное уплотнение (герметизацию стыков). Если в процессе эксплуатации панели часто демонтируют, то обязательно проверяют, что герметизация не нарушается при повторной установке панели. Если щели неизбежны, как в случае сдвижных дверей, то применяют звукопоглощающие покрытия или щелевые глушители. Сводят до минимума все отверстия для вентиляции, кабелей, труб, транспортирования сырья и т. д. и устанавливают на них глушители или туннельные входы со звукопоглощающим покрытием. Люки для обслуживания машины во время ее работы тщательно закрывают.

Во избежание побочной передачи шума (по полу, опорным конструкциям и т. п.) машину устанавливают на упругих опорах. Панели кожуха не должны соприкасаться с машиной. Если это невозможно, то число точек крепления или контакта должно быть минимальным, и в них устанавливают упругие прокладки.

Во избежание побочной передачи воздушного шума из-под кожуха, не имеющего собственного пола, через пол помещения при необходимости обеспечения особенно высоких акустических характеристик применяют кожухи с собственным полом.

В особых случаях панели покрывают вибродемпфирующим материалом, чтобы увеличить завися-

щую от массы звукоизоляцию и ослабить собственные изгибные колебания.

В разделе "Типы кожухов и кабин и частные требования" анализируются особенности применения и зависимости для оценки вносимых потерь малыми кожухами (капотами) при разной их конструкции, в том числе при наличии негерметичности. Подробно комментируются требования кожухам для одиночных стационарных машин, в том числе в части их защиты от внешних воздействий и обеспечения удобства их эксплуатации, а главное в части повышения их звукоизоляции.

Подробно рассматривается конструкция кожуха для больших машин и групп машин, оборудованных входом (рис. 4). При этом особое внимание уделяется способам обеспечения герметизации оконных рам, остекления, притворов дверей. Оговариваются специальные требования к звукоизолирующим кожухам, используемым вне производственных помещений (защита от ветровых нагрузок, атмосферных осадков). Рассматриваются меры по снижению побочного шума (борьба с вибрацией в источнике, вибродемпфирование стен кожуха, установка упругих элементов в местах крепления панелей).

Анализируется влияние на звукоизоляцию кожуха замены обычных стенок двойными с воздушными промежутками, заполненными звукопоглощающим материалом.

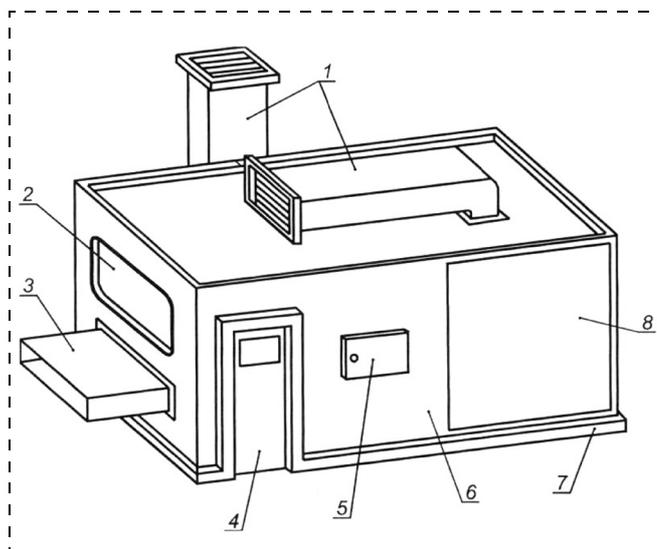


Рис. 4. Типичная конструкция кожуха машины:

1 — соответствующим образом заглушенные каналы для забора/выпуска воздуха; 2 — окно для наблюдения; 3 — шлюз для подачи и удаления материалов; 4 — дверь (при необходимости); 5 — люк для обслуживания (навесная панель); 6 — стенка с внутренним звукопоглощающим покрытием и наружной звукоизолирующей обшивкой; 7 — термоизоляция; 8 — герметизированная технологическая панель, иногда снимаемая для обеспечения доступа



Отдельный подраздел посвящен кожухам мобильным и размещаемым на средствах транспорта, в частности кабинам управления и наблюдения.

В разделе "Акустические требования, планирование и подтверждение при контроле шума" отмечается, что основываясь на существующих уровнях звукового давления без кожуха или кабины, пользователи или проектировщики кожухов и кабин, как правило, требуют данные о максимально возможном:

а) уровне звука (для кожухов — уровне звука излучения) или октавных уровнях звукового давления излучения:

- на расстоянии 1 м от кожуха;
- среднем на охватывающей поверхности;
- на рабочем месте;
- внутри кабины;
- в контрольной опорной точке (при отсутствии рабочего места) в непосредственной близости;

б) скорректированном по частотной характеристике А уровне звуковой мощности или уровням звуковой мощности в октавных полосах частот при установленном кожухе и без него.

Согласно стандарту предпочтительными являются данные о звуковом излучении в октавных полосах частот.

Разность уровней звука или (как предварительная оценка) разность скорректированных по А уровней звукового давления в октавной полосе со среднегеометрической частотой 500 Гц без кожуха и с кожухом задает акустические требования к кожуху. Стандарт устанавливает следующие пять групп кожухов в зависимости от разностей, дБА:

а) до 10 — особые требования к кожуху отсутствуют;

б) от 10 до 20 — типичные кожухи без значительных утечек звука;

в) от 20 до 30 — типичные кожухи с тщательно исключенными утечками звука и с упругой установкой машины;

г) от 30 до 40 — тщательно спроектированные и собранные кожухи с высокими характеристиками;

д) более 40 — специальные конструкции кожухов.

Обращается внимание, что выбор типа звукопоглощающей обшивки следует производить с учетом

требований безопасности. Так минеральная вата имеет существенное преимущество перед открытым пенопластом ввиду ее негорючести. Отмечается, что следует избегать разрезания минеральной ваты на месте изготовления кожуха, а отходы следует изолировать для предотвращения загрязнения кожуха и окружающей среды.

Специальные подразделы стандарта посвящены контролю акустической эффективности кожухов и кабин. Подробно комментируются лабораторные методы измерения характеристик шума (ГОСТ 31298.1—2005) и методы их испытаний на месте установки (ГОСТ 31298.2—2005) для малых кожухов, а применительно к кабинам методы (ГОСТ 31299—2005).

В разделе "Информация о кожухе" последняя определена применительно как к производителю, так и к потребителю (в рамках технических требований к будущей конструкции).

В рекомендуемом приложении А даны типовые конструктивные решения установки панелей на жесткий каркас, установки стенки, крепления съемной части стенки к каркасу, правильной установки стеновых элементов на напольной раме, съемной панели с ребрами жесткости, применяемой на кожухах, устанавливаемых во взрывоопасных зонах и вне помещений, схемы кожухов для воздушно-охлаждаемого электромотора и турбокомпрессора и для электромотора и турбокомпрессора с вытяжным вентилятором механической вентиляции, в том числе с глушителями шума, примеры защиты коммуникационных каналов (кабельных, трубопроводных и т. д.)

В приложении В даются примеры применения кожухов с полученной при этом эффективностью.

В справочном приложении С приведены сведения о соответствии ссылочных международных стандартов межгосударственным стандартам, использованным в стандарте в качестве нормативных ссылок.

А. Ф. Козьяков, канд. техн. наук, проф.,
МГТУ им. Н. Э. Баумана

АНОНС!

В следующем номере журнала в разделе "Стандартизация" будет опубликована информация о новом межгосударственном стандарте **"ВИБРАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ"**.

Пресс-релиз круглого стола на тему "Сбор. Транспортировка. Переработка и утилизация ТБО"

11 ноября 2008 года в рамках форума-выставки "WASMA-2008" прошел круглый стол на тему "Сбор. Транспортировка. Переработка и утилизация ТБО". Модератором обсуждения был заслуженный работник ЖКХ, автор ряда монографий и статей Аболин А. А.

Круглый стол был организован ЗАО "Международный Выставочный Комплекс" и ЗАО "Национальный экологический промышленный альянс" с помощью Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Панфилова.

В рамках круглого стола был сделан ряд докладов и выступлений, которые инициировали множество вопросов со стороны присутствующих специалистов-практиков в области ЖКХ, зарубежных коллег, представителей СМИ и посетителей выставки.

- "Перспективы развития бизнеса в области обращения отходов потребления" (Аболин А. А., технический директор ЗАО "Национальный экологический промышленный альянс").
- "Перспективы развития управляющих компаний в сфере ЖКХ" (Золотухина Е. А., директор департамента маркетинговых коммуникаций ЗАО "Национальный экологический промышленный альянс").
- "Формирование тарифов в сфере обращения ТБО" (Луконин Д. С., к. э. н., эксперт-аналитик Института экономики ЖКХ, магистр экономики).
- "Экономические механизмы законодательного регулирования и практического решения проблем транспортировки и санкционированного размещения твердых бытовых отходов" (Директор Центра экологического аудита и консалтинга "Равноправие" Н. Р. Петрова).
- "Обращение с ТБО: этапы, особенности и специфика российской действительности" (Никогосов Х. Н., к. т. н., Академия КХ им. К. Д. Панфилова).

- "Менеджмент в сфере ТБО: опыт зарубежных стран" (Репина Д. А., ведущий эколог ЗАО "НЭПА", магистр наук об окружающей среде и праву).
- "Системы сбора и утилизации биогаза на рекультивированных полигонах" (Кайзер Оливер, директор компании "Экоком").

Е. А. Золотухина в своем выступлении затронула вопросы развития управляющих компаний в сфере ЖКХ, перспективы и трудности, а также их преимущества перед муниципальными и государственными предприятиями в сфере обращения отходов потребления. Д. А. Репина, будучи задействована в ряде зарубежных проектов по экологическому менеджменту, смогла провести сравнительный анализ российской действительности и европейских реалий в области утилизации ТБО. А. А. Аболин после своего выступления отвечал на вопросы о специфике реализации всероссийской межрегиональной программы "Эко-Пром-Регионы", сделал ряд комментариев относительно общей ситуации системы ЖКХ России, поделился опытом и давал советы молодым компаниям. Также следует отметить выступление нашего коллеги из Австрии г-на Кайзера как одно из самых интересных, характеризующихся глубоким анализом, актуальностью выбранной тематики и прекрасным изложением на русском языке. В целом, все присутствующие показали высокий уровень профессионализма и квалификации в представляемой на конференции тематике.

В результате обсуждения все выступающие и участники согласились, что проблемы, связанные с российской системой сбора, транспортировки, переработки и утилизации ТБО, требуют серьезной системной и масштабной работы, однако как показали анализ и результаты исследований, процесс реформирования этой отрасли ЖКХ идет в правильном направлении.

Учредитель ООО «Издательство "Новые технологии"»

Журнал выходит при содействии Учебно-методического совета "Техносферная безопасность" Учебно-методического объединения вузов по университетскому политехническому образованию и Научно-методического совета "Безопасность жизнедеятельности" Министерства образования и науки Российской Федерации

ООО "Издательство "Новые технологии". 107076, Москва, Стромьинский пер., 4
Телефон редакции журнала (499) 269-5397, тел./факс (499) 269-5510, e-mail: bjd@novtex.ru, <http://novtex.ru/bjd>

Дизайнер Т. Н. Погорелова.

Технический редактор Е. В. Конова. Корректор Т. В. Пчелкина.

Сдано в набор 10.12.08. Подписано в печать 26.01.09. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 6,86. Уч.-изд. л. 8,10. Заказ 37.

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Отпечатано в ООО "Подольская Периодика". 142100, Московская обл., г. Подольск, ул. Кирова, 15.