



ИННОВАЦИИ В НАУКЕ

*Сборник статей по материалам
XLVII международной научно-практической конференции*

№ 7 (44)
Июль 2015 г.

Издается с октября 2011 года

Новосибирск
2015

УДК 08
ББК 94
И 66

Ответственный редактор: Гулин А.И.

Председатель редколлегии: д-р психол. наук, канд. мед. наук **Дмитриева Наталья Витальевна**.

Редакционная коллегия:

канд. юрид. наук **Л.А. Андреева**,
канд. техн. наук **Р.М. Ахмеднабиев**,
д-р техн. наук, проф. **С.М. Ахметов**,
канд. тех. наук, д-р философии по
искусствоведению, **В.Ю. Барштейн**,
канд. филол. наук **А.Г. Бердникова**,
канд. мед. наук **В.П. Волков**,
канд. пед. наук **М.Е. Виговская**,
канд. тех. наук, д-р пед. наук
О.В. Виштак,
канд. филос. наук **Т.А. Гужавина**,
д-р геогр. наук **И.В. Гукалова**,
д-р филол. наук **Е.В. Грудева**,
канд. техн. наук **Д.В. Елисеев**,
канд. юрид. наук **В.Н. Жамулдинов**,
канд. физ.-мат. наук **Т.Е. Зеленская**,
канд. пед. наук **С.Ю. Иванова**,
канд. физ.-мат. наук **В.С. Королев**,
канд. ист. наук **К.В. Купченко**,
канд. филос. наук **В.Е. Карпенко**,
канд. техн. наук **А.Ф. Копылов**,
д-р хим. наук **В.О. Козьминных**,
канд. искусствоведения
И.М. Кривошей
д-р психол. наук **В.С. Карапетян**,

д-р культурологии, проф.
И.А. Купцова
д-р биол. наук, проф. **М.В. Ларионов**,
канд. мед. наук **Е.А. Лебединцева**,
канд. пед. наук **Т.Н. Ле-ван**,
канд. экон. наук **Г.В. Леонидова**,
канд. филол. наук **Ж.Н. Макушева**,
д-р мед. наук **О.Ю. Милушкина**,
бизнес-конс. **Д.И. Наконечный**,
канд. филол. наук **Т.В. Павловец**,
канд. ист. наук **Д.В. Прошин**,
канд. техн. наук **А.А. Романова**,
канд. физ.-мат. наук **П.П. Рымкевич**,
канд. ист. наук **И.С. Соловенко**,
канд. ист. наук **А.Н. Сорокин**,
д-р филос. наук, канд. хим. наук
Е.М. Сүлеймен,
д-р мед. наук, проф. **П.М. Стратулат**,
д-р экон. наук **Л.А. Толстолесова**,
канд. биол. наук **В.Е. Харченко**,
д-р пед. наук, проф. **Н.П. Ходакова**,
д-р филол. наук **Л.Н. Чурилина**,
канд. ист. наук **В.Р. Шаяхметова**,
канд. с-х. наук **Т.Ф. Яковишина**,
канд. пед. наук **С.Я. Якушева**.

И66 Инновации в науке / Сб. ст. по материалам XLVII междунар. науч.-
практ. конф. № 7 (44). Новосибирск: Изд. «СибАК», 2015. 150 с.

Учредитель: НП «СибАК»

Сборник статей «Инновации в науке» включен в систему Российского
индекса научного цитирования (РИНЦ).

При перепечатке материалов издания ссылка на сборник статей
обязательна.

Оглавление

| | |
|--|-----------|
| Секция 1. Физико-математические науки | 6 |
| ПРОСТРАНСТВЕННО-ДВУМЕРНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ФИЛЬТРАЦИИ ДВУХФАЗНОЙ ЖИДКОСТИ Григорян Лусине Арсеновна Тимофеева Елена Федоровна | 6 |
| Секция 2. Биологические науки | 18 |
| ПРОБЛЕМЫ СОВМЕСТИМОСТИ МИКРОБИОТЫ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА ЧЕЛОВЕКА И БИОТЕХНОЛОГИИ Сазонов Вячеслав Федорович Белова Ольга Анатольевна Васин Александр Леонидович | 18 |
| Секция 3. Технические науки | 28 |
| РАСЧЕТ СРЕДНЕЙ ЭНЕРГИИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ЕДИНИЦУ ПОВЕРХНОСТИ В ЗОНЕ ОГРАНИЧЕННОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ ПЕРЕД ФРОНТОМ ТРЕЩИНЫ Бахрачева Юлия Сагидулловна | 28 |
| ОБЗОР РАБОТ ПО ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ РАЗРЫВАМ Булат Павел Викторович Продан Николай Васильевич | 33 |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ 20ГЛ НА ПРЕДМЕТ СООТВЕТСТВИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА Павлов Александр Викторович Квеглис Людмила Иосифовна Романова Анастасия Алексеевна Рахадиллов Бауыржан Корабаевич Жилкашинова Альмира Михайловна | 49 |
| СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ Пронина Олеся Владимировна Полянский Константин Константинович | 59 |

| | |
|---|------------|
| ИССЛЕДОВАНИЕ УДАРНЫХ ПОЛЯР, ОПИСЫВАЮЩИХ КОСЫЕ СКАЧКИ УПЛОТНЕНИЯ Упырев Владимир Владимирович | 64 |
| ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СУХОГО ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ Щипанов Анатолий Владимирович | 81 |
| Секция 4. Гуманитарные науки | 86 |
| ЗООМОРФНАЯ СИМВОЛИКА В ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ОРИЕНТАЦИИ В ПРОСТРАНСТВЕ ПАЛЕОЛИТИЧЕСКОГО ЧЕЛОВЕКА В ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЕ Карелин Владислав Георгиевич | 86 |
| ТЕХНОЛОГИЯ САМОПРОЕКТИРОВАНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ «АКАДЕМИЧЕСКОГО БАКАЛАВРА» ЭКОНОМИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ Кошечкина Наталья Сергеевна | 93 |
| Секция 5. Медицинские науки | 101 |
| К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ АНТИПСИХОТИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ НА ИММУНОМОРФОЛОГИЮ СЕЛЕЗЁНКИ Волков Владимир Петрович | 101 |
| МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАЦЕНТЫ У ПЕРВОРОДЯЩИХ И МНОГОРОЖАВШИХ ЖЕНЩИН, ПРОЖИВАЮЩИХ НА РАЗНЫХ ВЫСОТАХ КИРГИЗИИ Каримова Назгуль Абдиджалиловна | 110 |
| МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРОМАЛЬНОГО КОМПОНЕНТА ПЕЧЕНИ БЕЛЫХ МЫШЕЙ, ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПОСТУПЛЕНИИ В ОРГАНИЗМ МАЛЫХ ДОЗ СВИНЦА И ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ПРОЦЕССА Купша Елена Ивановна Бондаренко Владимир Витольдович | 117 |
| СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ЗУБОЧЕЛЮСТНЫХ АНОМАЛИЙ У ДЕТЕЙ Черноморченко Никита Сергеевич | 128 |

| | |
|--|------------|
| Секция 6. Общественные науки | 137 |
| К ВОПРОСУ ОХРАНЫ МАТЕРИНСТВА И ДЕТСТВА НА КРАЙНЕМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ СССР В 1941—1945 ГГ. Князькина Татьяна Анатольевна | 137 |
| РОЛЬ ФИНАНСОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ И ПОВЫШЕНИИ БЛАГОСОСТОЯНИЯ НАСЕЛЕНИЯ Ооржак Рада Патрисовна | 143 |

СЕКЦИЯ 1.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПРОСТРАНСТВЕННО-ДВУМЕРНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ФИЛЬТРАЦИИ ДВУХФАЗНОЙ ЖИДКОСТИ

Григорян Лусине Арсеновна

*старший преподаватель кафедры высшей алгебры и геометрии
Северо-Кавказского федерального университета,
РФ, г. Ставрополь
E-mail: honey.lusine@mail.ru*

Тимофеева Елена Федоровна

*канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры высшей алгебры и геометрии
Северо-Кавказского федерального университета,
РФ, г. Ставрополь
E-mail: teflena@mail.ru*

SPATIALLY BIDIMENSIONAL MATHEMATICAL MODELS OF TWO-PHASE LIQUID FILTRATION

Lusine Grigoryan

*senior Lecturer of Higher Algebra and Geometry Chair,
North-Caucasus Federal University,
Russia, Stavropol*

Elena Timofeeva

*candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
of Higher Algebra and Geometry Chair, North-Caucasus Federal University,
Russia, Stavropol*

АННОТАЦИЯ

Для расчета нефтяных месторождений в терминах «давление-водонасыщенность» предлагается эффективный алгоритм решения задачи фильтрации. Численная реализация построенной математической модели показала, что модифицированный попеременно-треугольный метод по числу итераций и по временным затратам превосходит метод верхней релаксации и другие.

ABSTRACT

To calculate the oil fields in terms of “pressure-water saturation” an effective algorithm for solving the problem of filtration is offered. Numerical realization of the formed mathematical model has showed that a modified alternate-triangular method prevails the method of over-relaxation and others according to the number of iterations and time consumption.

Ключевые слова: «давление-водонасыщенность»; модифицированный попеременно-треугольный метод; математической модели фильтрации.

Keywords: “pressure-water saturation”; modified alternate-triangular method; mathematical filtration model.

Введение

Добыча нефти в большинстве случаев происходит при ее вытеснении ее водой или газом. Этот процесс используется при естественных режимах эксплуатации и при искусственных методах поддержания пластового давления заводнением или нагнетанием газа. Теория многофазной многокомпонентной фильтрации служит основой для расчета таких процессов. Данная работа посвящена одному из подходов численного моделирования процессов фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости [1], [2].

Построение математической модели фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости без учета капиллярных и гравитационных сил. Рассмотрим фильтрацию двухфазной жидкости, состоящей из нефти (1) и воды (2) в пористой недеформируемой среде, предполагается, что отношение капиллярного давления к полному гидродинамическому падению давления мало. Получим задачу без учета капиллярных и гравитационных сил, тогда течение двух фаз подчиняется классической модели Баклея-Леверетта [1].

Как известно, уравнения фильтрации двухфазной несжимаемой жидкости в отсутствие капиллярных и гравитационных сил имеют вид [4]

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\left(\frac{f_1(s)kH}{\mu_1} + \frac{f_2(s)kH}{\mu_2} \right) \frac{\partial p}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\left(\frac{f_1(s)kH}{\mu_1} + \frac{f_2(s)kH}{\mu_2} \right) \frac{\partial p}{\partial y} \right] + q_1 + q_2 = 0, \quad (1)$$

$$mH \frac{\partial s}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x} \left[\left(\frac{kH}{\mu_1} f_1(s) + \frac{kH}{\mu_2} f_2(s) \right) \varphi(s) \frac{\partial p}{\partial x} \right] - \frac{\partial}{\partial y} \left[\left(\frac{kH}{\mu_1} f_1(s) + \frac{kH}{\mu_2} f_2(s) \right) \varphi(s) \frac{\partial p}{\partial y} \right] - q_2 = 0, \quad (2)$$

$s = s(x, y)$ – водонасыщенность; $p = p(x, y, t)$, давление; $f_1(s), f_2(s)$ – относительные фазовые проницаемости для нефти и воды соответственно; H – мощность пласта; m – пористость пласта; μ_1, μ_2 – вязкость нефти и воды соответственно; $k(x, y)$ – проницаемость пласта; $\varphi(s)$ – функция Баклея-Леверетта

$$\varphi(s) = \frac{\mu_0 f_2(s)}{f_1(s) + \mu_0 f_2(s)}, \quad \mu_0 = \frac{\mu_1}{\mu_2}, \quad (3)$$

для задания $f_i(s), i = 1, 2$; будем использовать полиномы второго порядка

$$f_1(s) = \begin{cases} 1, & \text{если } s \leq \underline{s} \\ \left(\frac{\bar{s} - s}{\bar{s} - \underline{s}} \right)^2, & \text{если } \underline{s} \leq s \leq \bar{s} \\ 0, & \text{если } s \geq \bar{s} \end{cases}, \quad (4)$$

$$f_2(s) = \begin{cases} 0, & \text{если } s \leq \underline{s} \\ \left(\frac{s - \underline{s}}{\bar{s} - \underline{s}} \right)^2, & \text{если } \underline{s} \leq s \leq \bar{s} \\ 1, & \text{если } s \geq \bar{s} \end{cases}$$

где \bar{s}, \underline{s} – предельные значения водонасыщенности [2].

В области G с границей Γ рассмотрим граничные условия. Если граница непроницаемая, поток по нормали должен быть равен нулю, то есть $\frac{\partial p}{\partial n} = 0$. Если граница проницаемая, рассмотрим граничные условия 1 и 2 рода. При совместном движении фаз $w_n = w_1 + w_2$, где w_1, w_2 — потоки нефти и воды, удовлетворяющие условиям: $w_i = -k \frac{f_i(s)}{\mu_i} \text{grad } p$. Граничные условия 2 рода реализуются, когда заданный поток, закачивается на границе жидкости

$$\begin{aligned} w_n(x, y, t) &= W(x, y, t), & (x, y) \in \Gamma, & 0 \leq t \leq t_0, \\ s(x, y, t) &= S(x, y, t), & (x, y) \in \Gamma, & 0 \leq t \leq t_0. \end{aligned}$$

и для заданного отбора или давления

$$\begin{aligned} w_n(x, y, t) &= W(x, y, t), & (x, y) \in \Gamma, & 0 \leq t \leq t_0, \\ p(x, y, t) &= P(x, y, t), & (x, y) \in \Gamma, & 0 \leq t \leq t_0. \end{aligned}$$

Для суммарного потока вытекающего через границу, граничное условие для насыщенности имеет вид

$s(x, y, t) = S(x, y, t)$, $(x, y) \in \Gamma$, $0 \leq t \leq t_0$, где $S(x, y)$ водонасыщенность на границе области в данный момент времени.

$s(x, y, 0) = s_0(x, y)$, $(x, y) \in G$ — начальное условие. (5)

Аппроксимация задачи фильтрации. В прямоугольной области $G(x, y)$ рассмотрим решение задачи (1)—(5).

Построим равномерную пространственную сетку

$$\bar{\omega}_h = \left\{ x_i = ih_x, y_j = jh_y, 0 \leq i \leq N_x, 0 \leq j \leq N_y \right\},$$

неравномерную временную сетку

$$\omega_\tau = \left\{ t_n = \sum_{K=1}^n \tau_K, 1 \leq n \leq N \right\}, \quad \tau_j - \text{величина временного шага.}$$

Построим консервативную разностную схему неявную по давлению и явную по насыщенности.

$$\begin{aligned} & \frac{1}{h_x^2} (P_{i-1,j} - P_{i,j}) B_{i-\frac{1}{2},j}^{(1)} - \frac{1}{h_x^2} (P_{i,j} - P_{i+1,j}) B_{i+\frac{1}{2},j}^{(1)} + \frac{1}{h_y^2} (P_{i,j-1} - P_{i,j}) B_{i,j-\frac{1}{2}}^{(2)} - \\ & - \frac{1}{h_y^2} (P_{i,j} - P_{i,j+1}) B_{i,j+\frac{1}{2}}^{(2)} = \begin{cases} 0, & \text{если узел сетки вне скважины;} \\ B_{gi,j} (P_{i,j} - P_{заб\ i,j}), & \text{если узел находится на скважине;} \end{cases} \end{aligned} \quad (6)$$

$$P_{заб\ i,j} = \begin{cases} P_{wi,j} & \text{если узел находится на нагнетательной скважине;} \\ P_{oi,j} & \text{если узел находится на эксплуатационной скважине} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} & \frac{1}{h_x^2} (\delta_1^- \varphi_{i-1,j} + \delta_1^+ \varphi_{i,j}) (P_{i-1,j} - P_{i,j}) B_{i-\frac{1}{2},j}^{(1)} - \frac{1}{h_x^2} (\delta_2^- \varphi_{i,j} + \delta_2^+ \varphi_{i+1,j}) \cdot \\ & (P_{i,j} - P_{i+1,j}) B_{i+\frac{1}{2},j}^{(1)} + \frac{1}{h_y^2} (\delta_3^- \varphi_{i,j-1} + \delta_3^+ \varphi_{i,j}) (P_{i,j-1} - P_{i,j}) B_{i,j-\frac{1}{2}}^{(2)} - \\ & - \frac{1}{h_y^2} (\delta_4^- \varphi_{i,j} + \delta_4^+ \varphi_{i,j+1}) (P_{i,j} - P_{i,j+1}) B_{i,j+\frac{1}{2}}^{(2)} - mH \frac{S_{i,j}^{n+1} - S_{i,j}^n}{\tau_{n+1}} = \\ & = \begin{cases} 0 & \text{если узел вне скважины;} \\ -B_{gi,j} (P_{wi,j} - P_{i,j}), & \text{если узел находится на нагнетательной скважине;} \\ -B_{gi,j} (P_{oi,j} - P_{i,j}) \sigma_{i,j} & \text{если узел находится на эксплуатационной скважине.} \end{cases} \end{aligned} \quad (7)$$

где $\delta_1^+, \delta_2^+, \delta_3^+, \delta_4^+, \delta_1^-, \delta_2^-, \delta_3^-, \delta_4^-$
 $\delta_\ell^- = (1 - \delta_\ell^+)$, $\ell = 1, 2, 3, 4$;
определяются из условий

$$\begin{aligned} \delta_1^+ &= \begin{cases} 1, & \text{если } P_{i,j} - P_{i-1,j} \geq 0, \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases} & \delta_2^+ &= \begin{cases} 1, & \text{если } P_{i+1,j} - P_{i,j} \geq 0, \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases} \\ \delta_3^+ &= \begin{cases} 1, & \text{если } P_{i,j} - P_{i,j-1} \geq 0, \\ 0, & \text{в противном случае;} \end{cases} & \delta_4^+ &= \begin{cases} 1, & \text{если } P_{i,j+1} - P_{i,j} \geq 0, \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \end{aligned} \quad (8)$$

Для уменьшения до минимума размазывания фронта скачка водонасыщенности используем систему разностных уравнений (7), аппроксимирующих уравнения (2). Система разностных уравнений для

задачи (1)—(2), В случае, когда скважина находится в узле сетки; на скважине задано забойное давление система уравнений задачи (1)—(2), принимает вид (6)—(7), где

$$B_g = \lambda kH \left(\frac{f_1(s)}{\mu_1} + \frac{f_2(s)}{\mu_2} \right), \quad \lambda = \frac{2\pi}{\ln \frac{h}{r_c} - 1,5 \ln 2 - c}, \quad (9)$$

$$c = \lim_{n \rightarrow \infty} \left[\sum_{j=1}^n \frac{1}{j} - \ln n \right] - \text{где } c \text{ — постоянная Эйлера, } r_c \text{ — радиус}$$

скважины, $h = \sqrt{h_x^2 + h_y^2}$.

Погрешность аппроксимации схемы (6)—(7) имеет вид [4] $O(h + \tau)$. Для произвольно ориентированных потоков условия устойчивости

$$\tau_{n+1} \leq \frac{h}{\max_{(i,j) \in \omega_h} (|\sigma_{1i,j}| + |\sigma_{2i,j}|)} \quad (10)$$

сохраняется, если шаг τ_{h+1} выбирать из условия

$$\max_{(i,j) \in \omega_h} \left\{ |S_{i,j}^{n+1} - S_{i,j}^n| \right\} \leq 0,1 \quad (11)$$

до момента достижения фронта скачка водонасыщенности последнего ряда эксплуатационных скважин и по формуле (9) — после этого момента [3], [5].

Если сетка неравномерная ω_h системы разностных уравнений (6), (7) принимают вид

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\tilde{h}_{1i}} \left(B^{(1)} \frac{P_{i,j} - P_{i-1,j}}{i-\frac{1}{2},j} - B^{(1)} \frac{P_{i+1,j} - P_{i,j}}{i+\frac{1}{2},j} \right) + \\ & + \frac{1}{\tilde{h}_{2j}} \left(B^{(2)} \frac{P_{i,j} - P_{i,j-1}}{i,j-\frac{1}{2}} - B^{(2)} \frac{P_{i,j+1} - P_{i,j}}{i,j+\frac{1}{2}} \right) = \\ & = \begin{cases} 0, & \text{если узел сетки находится вне скважины;} \\ B_{gi,j} (P_{заб\ i,j} - P_{i,j}), & \text{если узел сетки находится на скважине} \end{cases} \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned}
& \frac{1}{h_{i_1}} \left(\delta_1^- \varphi_{i-1,j} + \delta_1^+ \varphi_{i,j} \right) B_{i-\frac{1}{2},j}^{(1)} \left(\frac{P_{i-1,j} - P_{i,j}}{h_{i_1}} \right) - \frac{1}{h_{i_1}} \left(\delta_2^- \varphi_{i,j} + \delta_2^+ \varphi_{i+1,j} \right) \\
& B_{i+\frac{1}{2},j}^{(1)} \left(\frac{P_{i,j} - P_{i+1,j}}{h_{i+1}} \right) + \frac{1}{h_{2j}} \left(\delta_3^- \varphi_{i,j-1} + \delta_3^+ \varphi_{i,j} \right) B_{i,j-\frac{1}{2}}^{(2)} \left(\frac{P_{i,j-1} - P_{i,j}}{h_{2j}} \right) - \\
& - \frac{1}{h_{2j}} \left(\delta_4^- \varphi_{i,j} + \delta_4^+ \varphi_{i,j+1} \right) B_{i,j+\frac{1}{2}}^{(2)} \left(\frac{P_{i,j} - P_{i,j+1}}{h_{2j+1}} \right) - mH \frac{S_{i,j}^{n+1} - S_{i,j}^n}{\Delta \tau_{n+1}} = \\
& = \begin{cases} 0, & \text{если узел находится вне скважины} \\ -B_{g_{i,j}} \left(P_{заб\ i,j} - P_{i,j} \right), & \text{если узел находится} \\ & \text{на нагнетательной скважине,} \\ -B_{g_{i,j}} f_{2i,j} \left(P_{заб\ i,j} - P_{i,j} \right), & \text{если узел находится} \\ & \text{на эксплуатационной скважине,} \end{cases} \quad (13)
\end{aligned}$$

Где $\delta_1^+, \delta_1^-, \delta_2^+, \delta_2^-, \delta_3^+, \delta_3^-, \delta_4^+, \delta_4^-$ определяются как и ранее, а $B_{i\pm\frac{1}{2}}^{(1)}, B_{i,j\pm\frac{1}{2}}^{(2)}$ – по формулам (15) и (16) соответственно.

Модифицированный попеременно-треугольный метод решения разностной задачи для уравнения давления. Рассмотрим модифицированный попеременно-треугольный метод (МПТМ), который превосходит метод верхней релаксации и другие.

Представим систему разностных уравнений (6) в стандартном виде:

$$-\sum_{\alpha=1}^2 \left(a_{\alpha}^{+1} y_{x_{\alpha}} \right)_{\bar{x}_{\alpha}} + q(x) y(x) = \phi(x), \quad x \in \omega \quad (14)$$

$$y(x) = \mu(x), \quad x \in \gamma_h, \quad \gamma \in \Gamma, \quad (15)$$

$0 < c_1 \leq a_{\alpha}(x) \leq c_2, q(x) \geq 0, \forall x \in \omega, \quad \Gamma$ — граница прямоугольника $G = \{0 \leq x_{\alpha} \leq l_{\alpha}, \alpha = 1, 2\}$.

$\bar{\omega} = \omega + \gamma$ — равномерная сетка, γ — множество граничных узлов сетки.

Установим связь между коэффициентами уравнений (14) и (6):

$$a_1^{\pm 1} = a_1(x_{1i} \pm h_1, x_{2j}) \equiv B_{i \pm \frac{1}{2}, j}^{(1)}, \quad a_2^{\pm 1} = a_2(x_{1i}, x_{2j} \pm h_2) \equiv B_{i, j \pm \frac{1}{2}}^{(2)}, \quad x_1 \in \omega_1, x_2 \in \omega_2,$$

где $\omega_1 = \{x_1 = i_1 h_1, 1 \leq i_1 \leq N_1 - 1\}$, $\omega_2 = \{x_2 = i_2 h_2, 1 \leq i_2 \leq N_2 - 1\}$, $\omega \equiv \omega_1 \times \omega_2$; сетка ω — равномерная, покрывающая область G . Установим соответствия между сеточными функциями в равенствах (6) и (14)

$$y(x_{1i}, x_{2j}) \equiv P_{i,j}, \quad q(x_{1i}, x_{2j}) \equiv B_{g i,j}, \quad \varphi(x_{1i}, x_{2j}) \equiv -B_{g i,j} P_{заб i,j},$$

или, в стандартных обозначениях

$$y(x_1, x_2) \equiv P(x_1, x_2), \quad q(x_1, x_2) \equiv B_g(x_1, x_2), \quad x_1 \in \omega_1, x_2 \in \omega_2$$

Нам потребуются также так называемые смещенные сетки

$$\omega_1^+ = \{x_1 = i_1 h_1, 1 \leq i_1 \leq N_1\}, \quad \omega_2^+ = \{x_2 = i_2 h_2, 1 \leq i_2 \leq N_2\},$$

и скалярные произведения

$$\begin{aligned} (u, v)_{\omega_1} &= \sum_{x_1 \in \omega_1} u(x)v(x)h_1, & (u, v)_{\omega_1^+} &= \sum_{x_1 \in \omega_1^+} u(x)v(x)h_1, \\ (u, v)_{\omega_2} &= \sum_{x_2 \in \omega_2} u(x)v(x)h_2, & (u, v)_{\omega_2^+} &= \sum_{x_2 \in \omega_2^+} u(x)v(x)h_2, \\ (u, v)_{\alpha} &= \sum_{x_{\alpha} \in \omega_{\alpha}^+} \sum_{x_{\beta} \in \omega_{\beta}} u(x)v(x)h_1 h_2. \end{aligned}$$

Справедливы равенства, которые будут использоваться далее

$$\begin{aligned} (u, v) &= \left((u, v)_{\omega_1}, 1 \right)_{\omega_2} = \left((u, v)_{\omega_2}, 1 \right)_{\omega_1}, \quad (u, v)_{\alpha} = \left((u, v)_{\omega_{\alpha}^+}, 1 \right)_{\omega_{\beta}}, \quad \alpha = 1, 2, \\ &\beta = 3 - \alpha. \end{aligned}$$

Запишем сеточную задачу (14), (15) в операторном виде

$$\begin{aligned}
 & A \overset{\circ}{y} = f, \\
 & A \overset{\circ}{y} = -\sum_{\alpha=1}^2 \left(a_{\alpha}^{+1} y_{x_{\alpha}} \right)_{\bar{x}_{\alpha}} + q \overset{\circ}{y}, \quad x \in \omega, \\
 & \overset{\circ}{y}(x) = 0, \quad x \in \gamma, \\
 & f(x) = \phi(x) + \frac{1}{h_1^2} \phi_1(x) + \frac{1}{h_2^2} \phi_2(x), \\
 & \phi_1(x) = \begin{cases} a_1(h_1, x_2) \cdot \mu(0, x_2), & x_1 = h_1 \\ 0, & 2h_1 \leq x_1 \leq l_1 - 2h_1 \\ a_1(l_1, x_2) \cdot \mu(l_1, x_2), & x_1 = l_1 - h_1 \end{cases}, \\
 & \phi_2(x) = \begin{cases} a_2(x_1, h_2) \cdot \mu(x_1, 0), & x_2 = h_2 \\ 0, & 2h_2 \leq x_2 \leq l_2 - 2h_2 \\ a_2(x_1, l_2) \cdot \mu(x_1, l_2), & x_2 = l_2 - h_2 \end{cases}.
 \end{aligned} \tag{16}$$

Схема итерационного двухслойного модифицированного попеременно-треугольного метода имеет вид:

$$(D + \omega R_1) D^{-1} (D + \omega R_2) \frac{y^{n+1} - y^n}{\tau_{n+1}} + A y^n = f, \tag{17}$$

где

$$R_1 y = \sum_{\alpha=1}^2 \left(\frac{a_{\alpha}}{h_{\alpha}} y_{\bar{x}_{\alpha}} + \frac{a_{\alpha x_{\alpha}}}{2h_{\alpha}} y + \frac{1}{4} q y \right), \tag{18}$$

$$R_2 y = -\sum_{\alpha=1}^2 \left(\frac{a_{\alpha}^{+1}}{h_{\alpha}} y_{x_{\alpha}} + \frac{a_{\alpha x_{\alpha}}}{2h_{\alpha}} y - \frac{1}{4} q y \right). \tag{19}$$

Очевидно, что

$$R_1 + R_2 = A, \quad R_1^* = R_2.$$

Функция источника q отлична от нуля узлах сетки, совпадающих со скважинами, для реальных сеточных аппроксимаций

они составляют незначительную долю от общего числа узлов сетки. Оценка для постоянных входящих в неравенства:

$$\delta D \leq R_1 + R_2, \quad R_1 D^{-1} R_2 \leq \frac{\Delta}{4} (R_1 + R_2).$$

$$\Delta = \max_{\alpha=1,2,3} \left[\max_{x_\beta \in \omega_\beta, x_\delta \in \omega_\delta} \left(\left(b_\alpha(x_\beta, x_\delta) k_{1\alpha}(x_\beta, x_\delta) \right)^{\frac{1}{2}} + c_\alpha(x_\beta, x_\delta) \right)^2 \right],$$

$$\alpha = 1, 2, 3, \quad x_\beta \in \omega_\beta, \quad x_\delta \in \omega_\delta,$$

$$(\beta, \delta) = \begin{cases} (2, 3), & \text{если } \alpha = 1 \\ (1, 3), & \text{если } \alpha = 2 \\ (1, 2), & \text{если } \alpha = 3. \end{cases}$$

При $\delta=1$, параметр ω_0 :

$$\omega_0 = \frac{2}{\sqrt{\Delta}}$$

Поскольку при использовании чебышевского ускорения [6] для числа итераций справедлива оценка:

$$n \geq n_0(\varepsilon), \quad n_0(\varepsilon) = \frac{\sqrt[4]{\Delta} \ln\left(\frac{2}{\varepsilon}\right)}{2\sqrt{2}}.$$

Аналогично «стандартному» варианту МПТМ имеем оценку

$$n_0(\varepsilon) = O\left(\sqrt[3]{N} \ln\left(\frac{2}{\varepsilon}\right)\right).$$

Результаты численных экспериментов.

Для проверки качества построенного алгоритма МПТМ была рассмотрена модельная задача. Для ее численной реализации использовались методы: Зейделя (МЗ), верхней релаксации с шахматным упорядочением (МВРШУ), модифицированный попеременно-треугольный метод (МПТМ). Данные, о необходимом числе итераций

для переходе с предыдущего временного на новый слой по времени для первых 5 временных слоев приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Количество итераций, требуемое для перехода с предыдущего слоя на новый слой по времени (сетка 400X400 шагов)

| Номер временного слоя | Метод решения сеточных уравнений для функции давления | | |
|-----------------------|---|-------|------|
| | МЗ | МВРШУ | МПТМ |
| 1 | 5321 | 1952 | 343 |
| 2 | 1234 | 443 | 96 |
| 3 | 1132 | 421 | 87 |
| 4 | 1130 | 413 | 83 |
| 5 | 1141 | 412 | 82 |

Таблица 2.

Количество итераций, требуемое для перехода с предыдущего слоя на новый слой по времени (сетка 800X800 шагов)

| Номер временного слоя | Метод решения сеточных уравнений для функции давления | | |
|-----------------------|---|-------|------|
| | МЗ | МВРШУ | МПТМ |
| 1 | 21314 | 3952 | 482 |
| 2 | 5443 | 1043 | 133 |
| 3 | 4192 | 972 | 121 |
| 4 | 4190 | 973 | 115 |
| 5 | 4232 | 982 | 114 |

Результаты численных экспериментов демонстрируют преимущество построенного варианта МПТМ.

Заключение. Построенная разностная схема математической модели фильтрации двухфазной жидкости в относительно тонких однородных по вертикальному направлению пластах позволяет получить корректную оценку в уравнении для расчета давления, что позволяет использовать минимальное число итераций.

Список литературы:

1. Баренблатт Г.И., Ентов В.М., Зыжик В.М. Движение жидкостей и газов в природных пластах. М.: Недра, 1984.
2. Басниев К.М. Подземная гидродинамика / К.М. Басниев, А.М. Власов, И.Н. Кочина. М.: Наука, 1986.

3. Григорян Л.А. Моделирование фильтрации двухфазной жидкости методом конечных элементов. Вестник Северо-Кавказский федеральный университет. Ставрополь: СКФУ, — 2013. — № 2 — С. 13—16.
4. Григорян Л.А. Математическое моделирование задачи разработки нефтяных месторождений. / Л.А. Григорян, Е.Ф. Тимофеева// Естественные и математические науки в современном мире / Сборник статей по материалам XVIII международной научно-практической конференции. Новосибирск: Изд. «СибАК», 2014. — 218 с.
5. Коновалов А.Н. Задачи фильтрации многофазной несжимаемой жидкости. Новосибирск: Наука, 1988.
6. Самарский А.А. Теория разностных схем. М: Наука, 1989.

СЕКЦИЯ 2.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПРОБЛЕМЫ СОВМЕСТИМОСТИ МИКРОБИОТЫ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА ЧЕЛОВЕКА И БИОТЕХНОЛОГИИ

Сазонов Вячеслав Федорович

*канд. биол. наук, доцент кафедры биологии и МП
Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина,
РФ, г. Рязань*

Белова Ольга Анатольевна

*канд. мед. наук, доцент кафедры биологии и МП
Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина,
РФ, г. Рязань*

Васин Александр Леонидович

*выпускник кафедры биологии и МП
Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина,
РФ, г. Рязань
E-mail: belolga60@gmail.com*

COMPATIBILITY PROBLEMS OF HUMAN GASTROINTESTINAL TRACT MICROBIOTA AND BIOTECHNOLOGY

Vyacheslav Sazonov

*candidate of Biological Science, assistant professor of Federal State
Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education
Ryazan State University named for S.A. Yesenin,
Russia, Ryazan*

Olga Belova

*candidate of Medical Science, assistant professor of Federal State
Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education
Ryazan State University named for S.A. Yesenin,
Russia, Ryazan*

Alexander Vasin

*graduate of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher
Professional Education Ryazan State University named for S.A. Yesenin,
Russia, Ryazan*

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены проблемы поддержания микробиоты желудочно-кишечного тракта человека как относительно самостоятельной экосистемы и её совместимости с биотехнологией. Делается вывод, что продукты, поддерживающие микробиоту, должны содержать метаболиты для молочнокислых бактерий, гемицеллюлозу, пектин и другие пищевые волокна, дисахариды типа лактозы и лактулозы, иметь кислую среду за счёт молочной кислоты. Создание подобных продуктов — важная задача для биотехнологии продуктов питания будущего.

ABSTRACT

The problems of maintaining of the human gastrointestinal tract microbiota as relatively independent ecosystem and its compatibility with biotechnology were considered. It is concluded that products supporting microbiota should contain metabolites for lactobacilli, hemicellulose, pectin and other dietary fibers, saccharides such as lactose and lactulose, have an acidic environment due to lactic acid. The creation of such products is an important task for the food biotechnology in future.

Ключевые слова: микробиота; биотехнология; молочнокислые бактерии.

Keywords: microbiota; biotechnology; lactic acid bacteria.

Актуальность. Достижения биотехнологии ставят заманчивые цели в производстве молочнокислых продуктов питания, которые заключаются в применении новых высокотехнологичных и высокопродуктивных штаммов молочнокислых бактерий, специально созданных с помощью геной инженерии для эффективного сквашивания молока. Однако при этом возникает проблема совместимости таких генномодифицированных организмов (ГМО) и их метаболитов с микробиотой кишечника человека. Дело в том, что микробное население человеческого организма является сообществом взаимосвязанных и взаимосовместимых организмов, имеет признаки индивидуальной уникальности и требует к себе отношения как к экосистеме. Иными словами, в сложившееся уникальное экологическое сообщество микроорганизмов — микробиоту желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) — при каждом употреблении человеком молочнокислых продуктов, содержащих живые бактерии, вторгаются популяции инородных микроорганизмов, не являющихся частью индивидуальной микробиоты организма хозяина. Последствием такого вторжения должен явиться конфликт между «коренным населением» кишечника и «пришельцами». Результатами конфликта могут быть следующие явления: 1) «победа» микробиоты и уничтожение «пришельцев», 2) взаимная адаптация обеих сторон и изменение состава микробиоты, 3) дезадаптации микробиоты и нарушение её симбиотических отношений с организмом хозяина.

Целью работы является постановка и рассмотрение проблемы поддержания статуса микробиоты человека с позиций её индивидуальной уникальности как относительно самостоятельной экосистемы и её совместимости с биотехнологией.

Определение понятия «микробиота»

С точки зрения экосистемы, микробиота — это микробная часть экосистемы более высокого порядка — биоты.

Биотой (от др. греч. βιοτή — жизнь) в естествознании называют исторически сложившуюся совокупность живых организмов различных видов, объединённых общей областью распространения (биотопом). Говоря о биоте, следует принимать во внимание то, что человек всегда носит с собой определённую её часть: это микроорганизмы и паразиты из различных таксонов, находящиеся на наружных и внутренних покровах организма хозяина.

Итак, по отношению к организму человека мы выделяем особую микробиологическую составляющую часть общей биоты («макро-биоты»), занимающую биотоп внутри его желудочно-кишечного тракта — микробиоту ЖКТ.

Нам представляется устаревшим и неправильным такой термин, как «микрофлора», поскольку слово «флора» относится к растениям, а не к микроорганизмам. Поэтому в нашей работе используется более современной и уместный термин «микробиота».

Примеры употребления данного термина: «нормальная микробиота желудочно-кишечного тракта человека», «микробиота толстой кишки», «микробиота кожи», «микробная биота». Единственным подходящим синонимом для термина «микробиота» может считаться термин «микробиоценоз», который так же отражает системный экологический подход.

Микробиота ЖКТ является наиболее представительной из всех микробиот организма человека, населяющих разные части его тела (разные биотопы). Её масса у взрослого человека обычно составляет более 2,5 кг, численность – порядка 10^{14} особей. Не так давно считалось, что в состав микробиоты ЖКТ входят 17 семейств, 45 родов, более 500 видов микроорганизмов. Но с учетом новых данных, полученных при исследовании микробиоты различных биотопов ЖКТ с помощью молекулярно-генетических методов и метода газожидкостной хромато-масс-спектрометрии, выяснилось, что общий геном бактерий ЖКТ насчитывает 400 тысяч генов, что в 12 раз превышает размер генома человека. Общее количество видов приближается к 1500 и требует дальнейших уточнений [7]. Эти данные требуют от каждого человека относиться к своей личной микробиоте с почтением и вниманием.

Мы предлагаем следующее определение микробиоты:

*«**Микробиота** — это уникальное устойчивое сообщество микроорганизмов в виде симбиотической экосистемы, мутуалистически связанной с организмом хозяина, который является для неё биотопом».*

По своему происхождению микробиота — это часть внешней среды, представленная микроорганизмами, захваченными макроорганизмом-хозяином, для которых он создаёт особые условия. Микробов внутренней среды организма, в частности, крови, не следует относить к микробиоте.

На наш взгляд, это определение отражает подход к микроорганизмам ЖКТ как к особой малой экосистеме, связанной с «большой» биотой через организм своего хозяина. В то же время

микробиота и её хозяин также должны составлять в совокупности особую экосистему более высокого порядка. Их совместное сосуществование должно базироваться на принципах мутуалистического симбиоза. С этой точки зрения, *содержание и поддержание внутрикишечного сообщества микроорганизмов является одной из нормальных функций ЖКТ.*

Данный общебиологический подход заставляет нас отнестись к микробиоте так, как если бы она была одной из частей тела и требовала ухода и заботы со стороны своего хозяина. Это означает, что человеку необходимо заботиться не только о своём здоровье, но и о «здоровье» своей личной микробиоты. Наряду с поддержанием оптимального функционального состояния всего организма в целом, чего традиционно требует от нас здравоохранение, необходимо также поддерживать оптимальное функциональное состояние своей микробиоты. Это является составной частью прогрессивного экологического подхода к человеку и его здоровью.

Вклад микробиоты в жизнедеятельность организма человека

Сразу можно сказать, что значение микробиоты для организма хозяина является жизненно важным, поскольку люди, лишённые микробиоты, просто-напросто не способны к нормальному существованию.

Симбионтное пищеварение [10] — это лишь малая часть того, что даёт микробиота организму хозяина. Научные исследования и клинические наблюдения подводят нас к выводу о том, что микробоценозы (микробиоты) хозяина являются интегрированной частью его организма, своеобразным «экстракорпоральным (внетелесным) органом», имеющим важное значение в физиологии как человека, так и животных. Подобно тому, как эукариотические клетки органов и тканей высших организмов дифференцировались для выполнения определенных функций на благо всего организма, так и симбиотические ассоциации анаэробных бактерий также дифференцировались и специализировались для регулирования определённых биохимических реакций и физиологических функций макроорганизма своего хозяина в [11].

Существует даже такое понятие, как «нормобиота». Оно означает нормальное состояние микробиоты (или эубиоз). Нормобиота — это такое качественное и количественное соотношение разнообразных популяций микробов, населяющих отдельные органы и системы, при котором поддерживается биохимическое, метаболическое и иммунологическое равновесие, необходимое для сохранения здоровья человека. Важнейшей функцией нормальной микробиоты

является её участие в формировании резистентности (устойчивости) организма к различным заболеваниям и обеспечение предотвращения колонизации организма человека посторонними микроорганизмами [7].

Нам кажется важным отметить, что у разных людей микробиота имеет не только разный состав, но и разные функциональные возможности. Так, A.Obregon-Tito et al. [13] у представителей южноамериканских примитивных племен охотников-собирателей в кишечнике обнаружили бактерии, помогающие им переваривать грубую пищу и отсутствующие у современных горожан. Сравнение кала индейцев племён матсес и тунапуко с таковым у городских жителей, показало, что у примитивных племен разнообразие бактерий в кишечнике гораздо выше, а некоторые их кишечные микробы вообще не были известны науке. Например, бактерии-спирохеты рода Тгеропета в кишечниках у современных горожан полностью отсутствуют, в то время как индейцам матсес они помогали переваривать пищу. Возможно, утрата трепонем и других кишечных микробов может быть одним из факторов, способствующих аутоиммунным заболеваниям (в том числе колиту и развитию болезни Крона) у современных жителей развитых стран.

Также, например, количество целлюлозы, гидролизуемое ферментами бактерий, неодинаково у разных людей, что свидетельствует об индивидуальной уникальности микробиоты каждого отдельного индивидуума, хотя в среднем оно составляет около 40 %. Гемицеллюлоза (одна из групп растительных полисахаридов) метаболизируется микробиотой в большей мере, чем целлюлоза. Это означает, что микробиоту уместно «подкармливать» именно гемицеллюлозой для поддержания её оптимального статуса. Такую же полезную роль для поддержания микробиоты играет пектин. Так что недаром в настоящее время клетчатка растительного происхождения является обязательным компонентом практически всех оздоровительных диет как в США, так и во многих странах Европы. Современная биотехнология может добавить к этому специально подготовленные компоненты питания, содержащие пектин и гемицеллюлозу, и предназначенные именно для микробиоты, а не для организма её хозяина.

Микробиоту важно подкармливать потому, что, по мнению ряда авторов, населяющие ЖКТ человека микроорганизмы выполняют многообразные жизненно важные для организма хозяина функции, в том числе обеспечивают процессы переваривания и всасывания, трофику кишечника, синтез витаминов, ферментов и аминокислот. Соответственно, в том случае, если биологический баланс микробиоты

кишечника нарушается, то это нарушение начинает тянуть за собой целую цепочку реакций и нарушений в работе других органов и систем органов [1; 2; 3; 6; 7; 9]. Микробиота также участвует в обмене желчных кислот и в биорегуляции не только работы ЖКТ, но и обмена веществ в организме хозяина в целом.

С традиционной медицинской точки зрения важно, что микроорганизмы утилизируют непереваренные пищевые вещества, образуя при этом ряд веществ, которые всасываются в кишечнике и включаются в обмен веществ организма, то есть рассматривается важность микробного переваривания продуктов питания для человека как макроорганизма-хозяина. Наш же подход отличается тем, что мы наряду с этим предлагаем рассматривать и использовать в питании вещества, необходимые и полезные для самой микробиоты как внутриорганизменной экосистемы, а не ограничиваться запросами организма её хозяина. Поэтому полезная рекомендация по употреблению в пищу пищевых волокон, в частности, гемицеллюлоз и пектиновых веществ, относится не столько к поддержанию здоровья организма хозяина, сколько к поддержанию здорового функционирования его микробиоты. В свою очередь, через здоровую микробиоту становится возможным и оздоровление организма хозяина. Этот эколого-биологический подход ставит новые задачи для производства продуктов питания. В них должны содержаться такие компоненты, которые поддерживают именно микробиоту. Примером движения в этом направлении может служить напиток «Актуаль», изготовленный на основе молочной сыворотки и фруктового сока с добавлением пектина. Следующим шагом могло бы быть нормирование подобных оздоровительных продуктов (пребиотиков) по содержанию пищевых волокон, гемицеллюлозы, лактозы, лактулозы, молочной кислоты и других метаболитов, исходя из потребностей микробиоты ЖКТ. Поэтому представляется перспективным наращивание биотехнологического производства дисахарида лактулозы, которая состоит из остатков галактозы и фруктозы, соединенных β -гликозидной связью, и которая не расщепляется ферментами человека. За счёт этого лактулоза транзитом проходит через ЖКТ и используется для питания непосредственно микробиотой.

Одним из аргументов в пользу важности ухода за микробиотой является состав женского молока, содержащего молочный сахар лактозу. Поскольку этот сахар никогда полностью не усваивается организмом ребёнка, то его важным предназначением приходится считать питание младенческой микробиоты, в частности, бифидобактерий. Таким образом, природа и эволюция позаботились об уходе

за личной микробиотой с самого рождения человека. По мнению Ю.Г. Мухиной и соавторов [8], небольшое несоответствие количества поступающей в тонкую кишку лактозы и активности кишечной лактазы является физиологичным для ребенка первых 3-х и более месяцев жизни. Поступление за счёт этого некоторого количества лактозы в толстую кишку является условием формирования нормального биоценоза (микробиоты) кишечника. Полное исключение лактозы из питания младенца ведет к нарушению биоценоза кишечника, поскольку лактоза является питательным субстратом для молочнокислых бактерий. Кроме того, лактоза является основным источником поступления галактозы в организм ребенка, а небольшие её количества крайне необходимы для синтеза гаптактоцереброзидов в центральной нервной системе и сетчатке глаза. Примечательным фактом является то, что количество лактозы в грудном молоке матери не зависит от её диеты, что также косвенно подтверждает важность «подпитки» микробиоты в младенческом возрасте за счёт материнского молока.

Считается, что одной из самых важных для поддержания здоровья человека групп бактерий, населяющих его кишечную микробиоту, являются молочнокислые бактерии [4; 5; 6; 12]. Молочнокислые бактерии — универсалы в области поддержания экологического равновесия кишечной биоты, они являются главным сдерживающим фактором против нанесения организму хозяина вреда от условно-патогенных и патогенных бактерий. Вот почему именно им требуется наша поддержка в первую очередь.

Итак, с точки зрения нашего эколого-биологического подхода, продукты, поддерживающие микробиоту ЖКТ, должны содержать метаболиты для молочнокислых бактерий, гемицеллюлозу, пектин и другие пищевые волокна, дисахариды типа лактозы и лактулозы, а также иметь кислую среду за счёт молочной кислоты. Важно, что такие продукты питания должны быть прежде всего ориентированы именно на питание микробиоты, а не организма хозяина. Создание подобных продуктов — важная задача для биотехнологии продуктов питания будущего.

Подход к микробиоте ЖКТ человека с позиций экосистемы и её индивидуальной уникальности заставляет нас критично оценить значение живых микроорганизмов, входящих в состав пищевых молочнокислых продуктов. Вопреки распространённому мнению об их безусловной пользе для организма человека, мы подвергаем сомнению целесообразность поддержания личной микробиоты при помощи чуждых для неё микроорганизмов, населяющих молочно-

кислые продукты питания. Гораздо более полезным нам представляется обеспечение собственной микробиоты ЖКТ необходимыми и стимулирующими её веществами.

Иными словами, молочная сыворотка может оказаться полезнее и безопаснее, чем молоко, полезнее и безопаснее, чем живая закваска, а термически обработанные в щадящем режиме кисломолочные продукты — полезнее и безопаснее, чем свежие, насыщенные молочнокислыми бактериями. Особенно это может относиться к диетическому питанию в условиях острых и хронических желудочно-кишечных заболеваний.

Список литературы:

1. Андреев И., Шабанова И. Питание как микробиологическая связь организма человека со средой обитания и эволюцией живого. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.intelros.ru/pdf/chelovek/2008_4/11.pdf (дата обращения: 09.02.2015).
2. Ардатская М.Д. Микробиоценоз кишечника и его роль в развитии и поддержании заболеваний желудочно-кишечного тракта. Учебно-научный медицинский центр управления делами Президента Российской Федерации, г. Москва, Россия [Электронный ресурс]// Новости медицины и фармации [сайт]. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.mif-ua.com/archive/article/11927> (дата обращения: 09.12.2014).
3. Бабин В.Н., Минушкин О.Н., Дубинин А.В. и др. Молекулярные аспекты симбиоза в системе хозяин-микрофлора // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. — 1998. — № 6. — С. 76—82.
4. Бактерии кишечника [Электронный ресурс]// Эффективная медицина [сайт]. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.rostmaster.ru/lib/dysbacter/dysbacteriosis-0004.shtml> (дата обращения: 12.01.2015).
5. Бифидобактерии [Электронный ресурс]// Пищевые технологии и биотехнологические продукты [сайт]. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://propionix.ru/bifidobakterii> (дата обращения: 15.11.2014).
6. Книга о физиологических причинах хронических заболеваний носа, горла, легких и простуд. Что такое дисбактериоз [Электронный ресурс]// Сс-t1.ru [сайт]. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://сс-t1.ru/kniga/chto_takoe_disbakterioz.html (дата обращения: 02.04.2015).
7. Микрофлора ЖКТ. [Электронный ресурс] // Пищевые технологии и биотехнологические продукты [сайт]. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://propionix.ru/mikroflora-zhkt> (дата обращения: 05.03.2015).

8. Мухина Ю.Г., Чубарова А.И., Гераськина В.П. Современные аспекты проблемы лактазной недостаточности у детей раннего возраста // Научно-практический журнал Союза педиатров России и Всероссийской ассоциации врачей-диетологов «Вопросы детской диетологии», — 2003. — Т. 1, — № 1. — С. 50—56.
9. Симбионтное пищеварение в свете теории А.М. Уголева о пищеварительно-транспортном конвейере. Парфенов А.И., Чернин В.В., Бондаренко В.М., Рыбальченко О.В. [Электронный ресурс]// РМЖ. Независимое издание для практикующих врачей [сайт] [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.rmj.ru/articles_9536.htm (дата обращения: 09.12.2014).
10. Уголев А.М. Теория адекватного питания и трофология. Спб.: Медицина, 1991. — 271 с.
11. Шендеров Б.А. Нормальная микрофлора и ее роль в поддержании здоровья человека. [Электронный ресурс] // Гастропортал [сайт] URL: <http://www.gastroportal.ru/php/content.php?id=1521> (дата обращения: 05.03.2015).
12. Шутьпекова Ю.О. Кишечные бактерии, пробиотики и перспективы их применения для лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта. [Электронный ресурс] // medi.ru [сайт]. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://medi.ru/doc/1951116.htm> (дата обращения: 15.02.2015).
13. Obregon-Tito, Alexandra J.; Tito, Raul Y.; Metcalf, Jessica; Sankaranarayanan, Krithivasan; Clemente, Jose C. et al. (2015): Subsistence strategies in traditional societies distinguish gut microbiomes // Nature Communications. Vol. 6.

СЕКЦИЯ 3.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

РАСЧЕТ СРЕДНЕЙ ЭНЕРГИИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ЕДИНИЦУ ПОВЕРХНОСТИ В ЗОНЕ ОГРАНИЧЕННОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ ПЕРЕД ФРОНТОМ ТРЕЩИНЫ

Бахрачева Юлия Сагидулловна

*канд. техн. наук доцент кафедры физика и химия
Московского государственного университета путей сообщения
(МИИТ), Волгоградский филиал,
РФ, г. Волгоград
E-mail: bakhracheva@yandex.ru*

THE CALCULATION OF THE AVERAGE ENERGY OF PLASTIC DEFORMATION PER UNIT AREA IN THE AREA BOUNDED PLASTICITY IN FRONT OF THE CRACK

Julia Bakhracheva

*candidate of technical Sciences, associate Professor
of physics and chemistry of the Moscow state University
of railway engineering (MIIT), the Volgograd branch,
Russia, Volgograd*

АННОТАЦИЯ

Предложен метод прогнозирования трещиностойкости по результатам испытаний на растяжение. Предложенная модель показывает правомерность использования методов механики сплошных сред при анализе процессов, происходящих в зоне ограниченной пластичности перед фронтом трещины.

ABSTRACT

A method is proposed for predicting the fracture toughness according to the results of the tensile tests. The proposed model shows the validity

of using methods of continuum mechanics in analysis of the processes taking place in the area bounded plasticity in front of the crack.

Ключевые слова: трещиностойкость; фронт трещины; кривая течения.

Keywords: the fracture toughness; the crack front; the curve of flow.

Наличие в промышленности огромного парка оборудования с истекшим паспортным сроком службы постоянно ставит вопрос о правомерности продления срока эксплуатации. Это сложная задача, требующая наличия надежных методов оценки состояния металла в изделии. Крупногабаритные объекты, находящиеся в эксплуатации, не могут быть доставлены в лабораторию для проведения испытаний. Многие объекты работают столь долгое время, а также критерии пригодности к дальнейшей работе давно изменились. Это, в частности, относится к объектам, испытывающим воздействие переменных нагрузок. Последние приводят к росту трещин и вызывают опасность хрупкого или псевдохрупкого разрушения.

Наиболее современным методом оценки склонности материалов к хрупкому разрушению является определение трещиностойкости K_{Ic} . При исследовании усталостных разрушений и остаточного ресурса все чаще применяются методы механики разрушения [3; 4; 6].

В данной статье рассмотрена возможность упрощения предложенной в работах [1; 2; 5] методики. С этой целью предложено в расчетах использовать среднее значение величины энергии пластической деформации на единицу поверхности в малой пластической зоне протяженностью r перед фронтом трещины. Для этого сначала была рассчитана средняя величина интенсивности упруго-пластической деформации $\varepsilon_{i\text{cp}}$ в малой пластической зоне перед фронтом трещины:

$$\varepsilon_{i\text{cp}} = \frac{1}{r} \int_0^r \varepsilon_f \exp[-\varepsilon_f x / (1,155 \cdot W)] dx = 1,155 \left(\frac{W}{r} \right) \cdot \left(1 - \exp \left(- \frac{\varepsilon_f \cdot r}{1,155 \cdot W} \right) \right) \quad (1)$$

После этого, по обобщенной кривой течения определяли величину интенсивности напряжений $\sigma_{i\text{cp}}$, соответствующую значению $\varepsilon_{i\text{cp}}$, и рассчитывали среднюю энергию пластической деформации

на единицу поверхности в зоне ограниченной пластичности перед фронтом трещины:

$$\gamma_{cp} = \frac{\sigma_{0,2} + \sigma_{icp}}{2} \cdot \varepsilon_{icp} \cdot r. \quad (2)$$

Результаты расчетов по формуле (2) для двух групп рассмотренных выше сталей показаны на рис. 1.

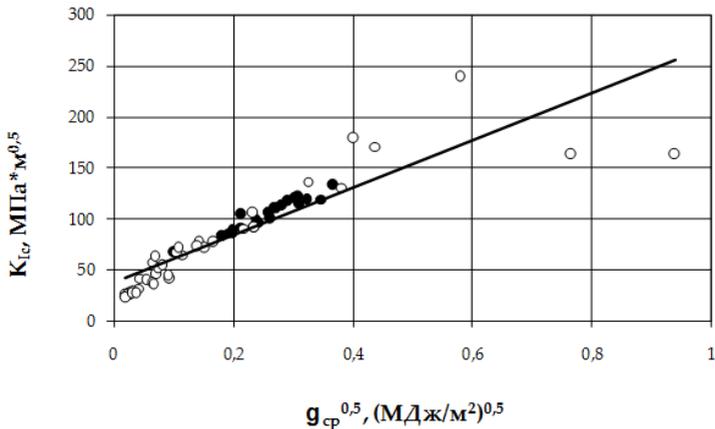


Рисунок 1. Зависимость K_{Ic} от величины $\sqrt{\gamma_{cp}}$ ● — высокопрочные стали, ○ — низкопрочные стали

Как видно на рис. 1, зависимость $K_{Ic}(\sqrt{\gamma_{cp}})$ также описываются для высокопрочных и низкопрочных сталей одной прямой линией:

$$K_{Ic} = 232 \cdot \sqrt{\gamma_{cp}} + 37. \quad (3)$$

Результаты сравнения средних значений интенсивностей деформаций и напряжений с величинами равномерных деформаций и пределов прочности для исследуемых сталей приведены на рис. 2. и 3.

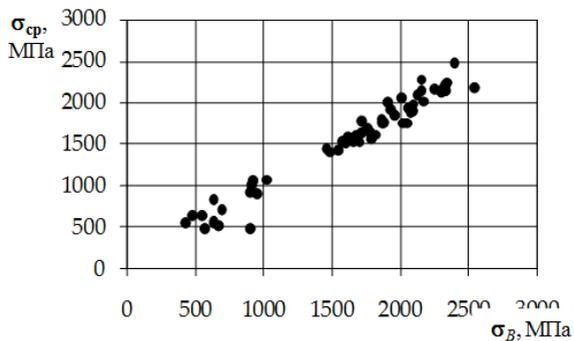


Рисунок 2. Зависимость $\sigma_{ср}$ от величины $\sigma_в$

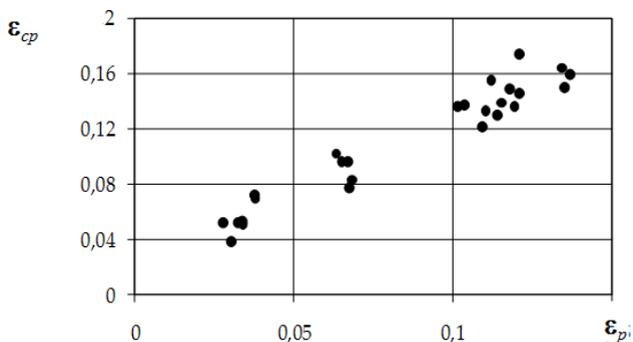


Рисунок 3. Зависимость $\varepsilon_{ср}$ от величины ε_p

Видно, что для всех рассмотренных сталей наблюдается линейная зависимость между $\varepsilon_{ср}$ и ε_p , а также $\sigma_{ср}$ и $\sigma_в$. Это дает возможность привести формулу (2) к следующему виду:

$$\gamma_{рав} = \frac{\sigma_{0,2} + \sigma_в}{2} \cdot \varepsilon_p \cdot r \quad (4)$$

Расчеты по формуле (4) дают результат аналогичный расчетам по формуле (2):

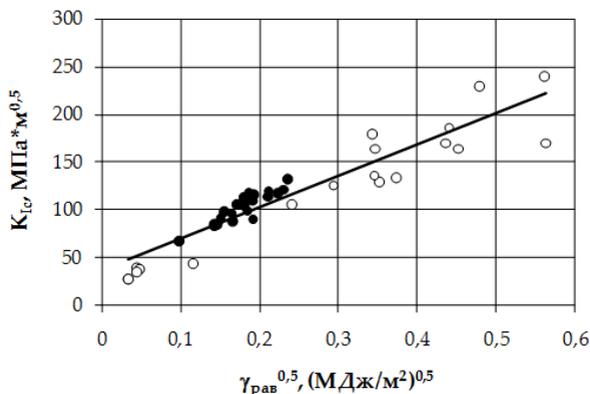


Рисунок 4. Зависимость K_{Ic} от величины $\sqrt{\gamma_{рав}}$ ● — высокопрочные стали, ○ — низкопрочные стали

Как видно из рис. 4. зависимость $K_{Ic}(\sqrt{\gamma_{рав}})$ также линейна:

$$K_{Ic} = 330 \cdot \sqrt{\gamma} + 36. \quad (5)$$

Предложенная модель показывает правомерность использования методов механики сплошных сред при анализе процессов, происходящих в зоне ограниченной пластичности перед фронтом трещины.

Список литературы:

1. Бахрачева Ю.С. Оперативная оценка склонности материалов к хрупкому разрушению при статическом и циклическом нагружении: Дисс. ... канд. техн. наук/Ю.С. Бахрачева. Великий Новгород, 2004. — 126 с.
2. Бахрачева Ю.С. Оценка вязкости разрушения сталей по результатам контактного деформирования/Ю.С. Бахрачева // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10: Инновационная деятельность. — 2012. — № 7. — С. 53—56.
3. Медведев Р.С. Постановка железнодорожного пути в проектное положение с применением координатного способа при организации высокоскоростного движения / Р.С. Медведев, Ю.С. Бахрачева // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10: Инновационная деятельность. — 2013. — № 1 (8). — С. 88—93.

4. Шапочкин В.И. Нитроцементация в условиях периодического изменения состава атмосферы / В.И. Шапочкин, Л.М. Семенова, Ю.С. Бахрacheва // Материаловедение. — 2010. — № 8. — С. 52—58
5. Bakhacheva Yu.S. The method for lifetime estimation through the mechanical properties in tension/Yu.S. Bakhacheva // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10, Инновационная деятельность. — 2014. — № 2. — С. 27—32.
6. Vasilyev A.V. Valve Cam Design Using Numerical Step-By-Step Method/A.V. Vasilyev, Yu.S. Bakhacheva, O. Kabore // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 10, Инновационная деятельность. — 2014. — № 1. — С. 26—32.

ОБЗОР РАБОТ ПО ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ РАЗРЫВАМ

Булат Павел Викторович

*канд. физ.-мат. наук, руководитель лаборатории
«НМиНКБС СВЧ ЭиМ», Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего профессионального
образования Санкт-Петербургский национальный исследовательский
университет информационных технологий, механики и оптики,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: pavelbulat@mail.ru*

Продан Николай Васильевич

*инженер лаборатории «НМиНКБС СВЧ ЭиМ»,
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: kolinti@mail.ru*

GAS-DYNAMIC WAVES AND DISCONTINUITIES

Pavel Bulat

*candidate of Science, Head of laboratory «NMiNKBS_SVCh_JeiM»,
Saint-Petersburg National Research University of Information
Technologies, Mechanics and Optics,
Russia, Saint-Petersburg*

Nikolay Prodan

*engineer of laboratory «NMiNKBS_SVCh_JeiM»,
Saint-Petersburg National Research University
of Information Technologies, Mechanics and Optics,
Russia, Saint-Petersburg*

АННОТАЦИЯ

В статье приведен обзор работ в области изучения газодинамических разрывов, возникающих в сверхзвуковых течениях газа. Вводится понятие ударной волны, скачка уплотнения и ударной поляры. На примере этапных научных работ показано становление представлений об ударных волнах как узкой области с резким изменением газодинамических параметров. Описана связь между физической природой газодинамических разрывов и появлением особенностей в решениях уравнений Эйлера для идеального газа. Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (Соглашение № 14.575.21.0057).

ABSTRACT

In this paper we examine the history of the studying the dynamic compatibility conditions for gas-dynamic discontinuities, which determine the ratio between values of the gas-dynamic variables before the discontinuity and right behind him. The concepts of a shock wave, shock and the shock polar are introduced. The formation of ideas about the shock waves as a narrow region with abrupt changes in gas-dynamic parameters is shown with a staged scientific studies as an example. The relationship between the physical nature of gas-dynamic discontinuities and the appearance of singularities in solutions of the Euler equations for an ideal gas is shown. The researches are executed with the financial support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (the Agreement № 14.575.21.0057).

Ключевые слова: ударная волна; газодинамический разрыв; условия динамической совместности; ударная поляра.

Keywords: shock waves; gas-dynamic discontinuity; conditions of dynamic compatibility; shock polar.

Введение

Цель — показать на примере наиболее значимых научных работ, как происходило становление основных понятий теории ударных волн. Рассматривается история изучения условий динамической совместности на газодинамических разрывах, определяющих соотношение значений газодинамических переменных до разрыва и сразу за ним. Вводится понятие ударной волны, скачка уплотнения и ударной поляры.

Рассмотрена связь между понятием газодинамических разрывов и природой гиперболических уравнений в частных производных.

1. Математическая модель и природа газодинамических разрывов

Моделью ударных волн (\bar{D}) является поверхность математического разрыва первого рода, при переходе через которую газодинамические переменные терпят разрыв $[f] = \hat{f} - f \neq 0$. Принято разделять волны разряжения (\bar{R}_r) (нестационарная простая изоэнтропическая волна Римана) и $\bar{\omega}_r$ (стационарная центрированная волна Прандтля-Майера) в которых отношение статических давлений $J_r \equiv \hat{p} / p \leq 1$ и волны уплотнения (сжатия) $\bar{R}_c, \bar{\omega}_c$ и \bar{D} (ударная волна), в которых $J_c \geq 1$. Соотношения переменных \hat{f} и f по разные стороны газодинамических разрывов получили название *условий динамической совместности* (УДС) [8]. УДС на стационарных разрывах представляют собой балансы удельных потоков [6]

- вещества

$$[\rho v_n] = \hat{\rho} \hat{v}_n - \rho v_n = 0, \quad (1)$$

- нормальной

$$[p + \rho v_n^2] = 0 \quad (2)$$

- и тангенциальной компонент импульса

$$[\rho v_n v_\tau] = 0, \quad (3)$$

- энергии

$$[\rho v_n h_0] = 0, \quad (4)$$

где v_n и v_τ проекции вектора скорости на плоскость разрыва. В таком виде УДС появились не сразу. Дифференциальные уравнения относительно плотности ρ и потенциала скорости φ , описывающие одномерные нестационарные движения невязкого совершенного изотермического газа, впервые представлены в 1788 году в книге Лагранжа [17], формулы даны, как в оригинале:

$$a^2 \ln \frac{\rho}{D} + \frac{\partial \varphi}{\partial t} + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x} \right)^2 = 0; \quad (5)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial \rho}{\partial x} \frac{\partial \varphi}{\partial x} = 0. \quad (6)$$

Здесь a — скорость звука, D — плотность первоначально невозмущенной среды. Для связи между давлением, плотностью и скоростью звука Лагранж использовал соотношение, ранее предложенное Ньютоном:

$$p = a^2 \rho. \quad (7)$$

Производная $\frac{\partial \varphi}{\partial x}$ представляет собой скорость газа, в 1808 году Пуассон [18] получил для нее выражение в виде плоской волны:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = F \left[x + t \left(a - \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) \right], \quad (8)$$

где F — некоторая произвольная функция, определяемая начальными и/или граничными условиями.

В 1848 году Стокс [24] обратил внимание на то, что решения этих уравнений остаются непрерывными только в течение ограниченного промежутка времени. Интересно, что именно в такой постановке задача изучения движения идеального газа, содержащего разрывы, рассматривалась в конце XX-ого века научной школой советского математика В.И. Арнольда [1].

Уравнение (8) описывает поле скоростей свободно движущихся по прямой частиц. Закон свободного движения частицы имеет вид $x = \phi(t) = x_0 + ut$, где u – скорость частицы. Функция ϕ удовлетворяет уравнению Ньютона. По определению $d\phi/dt = u(t, \phi)$. Продифференцировав последнее соотношение по t , приходим к уравнению, получившему название уравнения Эйлера

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial t} = 0. \quad (9)$$

Таким образом, описание движения при помощи уравнения Эйлера для поля газодинамических переменных и при помощи уравнения Ньютона для частиц эквивалентны. Известно, что квазилинейные дифференциальные уравнения в частных производных решаются с помощью построения характеристик. Характеристики уравнения Эйлера эквивалентны закону Ньютона для движущейся частицы [2] и задачу о распространении волны можно решить путем построения характеристик, вдоль которых движутся материальные частицы. На рисунке 1 показано, как решается уравнение Эйлера с помощью характеристик.

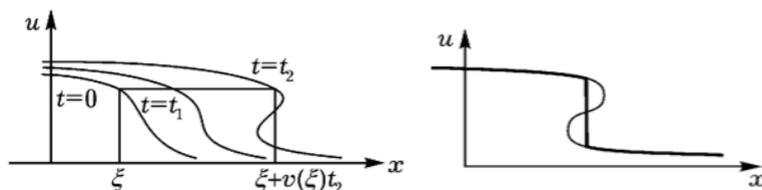


Рисунок 1. Решение уравнения Эйлера с помощью характеристик

На плоскости y - x задана начальная функция $y = u_0(x)_{t=0}$. Уравнения характеристик - $t' = 1$, $y' = 0$, $x' = u$. Если отложить от этой кривой горизонтальные линии, то вдоль каждой из них частицы будут двигаться со своей постоянной скоростью. Тогда в некоторые моменты времени $t = t_1, t_2 \dots t_n$ форма распределения скорости $u(x)$ будет меняться (рисунок 2).

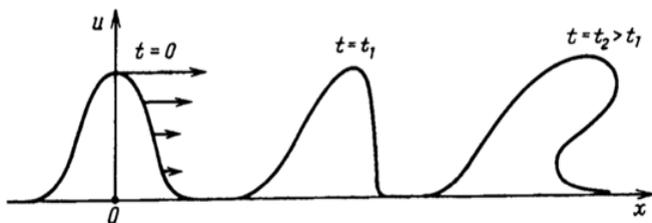


Рисунок 2. Появление неоднозначности в решении

В некоторый момент времени (t_2 на рисунке 2) отображение $u(x)$ перестает быть графиком функции, т. е. имеются значения x , которым соответствует несколько значений u . В этой области физическое условие отсутствия взаимодействия частиц означает их прохождение сквозь друг друга, что нефизично. Нужно ввести некоторую модель их взаимодействия. Например, в модели образования вселенной, предложенной Я.Б. Зельдовичем [29], учитывается расширение вселенной и гравитационное взаимодействие. Добавление таких условий приводит к появлению особенностей в решении, т. е. областей, где концентрация частиц (у Зельдовича галактик) максимальна. Такие области (множество критических значений) называются каустиками (рисунок 3).

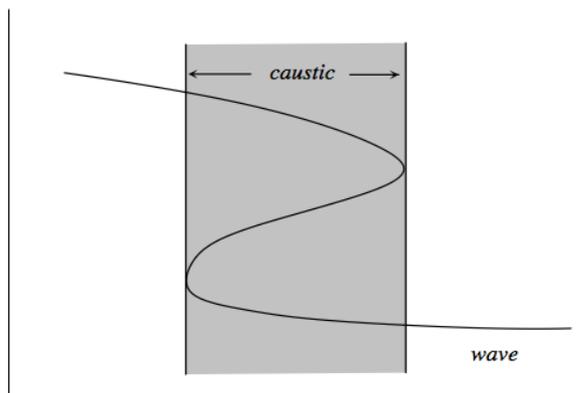


Рисунок 3. Каустика волны

Однажды возникнув, каустика может трансформироваться, распадаться с образованием новых особенностей, но не может исчезнуть. Данная модель хорошо описывает образование неравно-

мерной (ячеистой) структуры вселенной из первоначальных случайных флуктуаций плотности вещества и энергии.

В рассматриваемом нами примере сверхзвукового течения идеального газа необходимо ввести модель неупругого столкновения частиц. Тогда в месте этого столкновения будет образовываться ударная волна — разрыв параметров движения частиц (рисунок 1 справа). В решении появляются разрывы, т. к. уравнение поля Эйлера перестает однозначно описывать распределение газодинамических переменных. Стокс в упомянутом выше труде первым ввел понятие разрыва (*discontinuity*) в области течения сплошной среды и получил два условия для плотности ρ и скорости газа u по сторонам разрыва, следующие из законов сохранения массы и количества движения:

$$\rho_1 u_1 - \rho_2 u_2 = (\rho_1 - \rho_2) \vec{V}; \quad (10)$$

$$(\rho_1 u_1 - \rho_2 u_2) \vec{V} - (\rho_1 u_1^2 - \rho_2 u_2^2) = a^2 (\rho_1 - \rho_2). \quad (11)$$

Здесь \vec{V} — скорость распространения разрыва, индексом "2" обозначены параметры за ним, индексом "1" — параметры до него (рисунок 4).

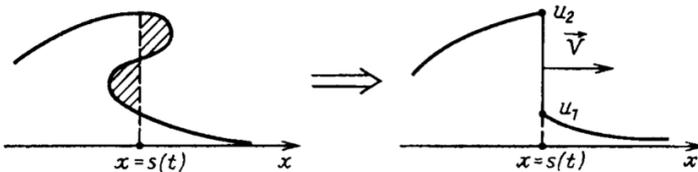


Рисунок 4. Газодинамический разрыв

Такие разрывы, на которых газодинамические параметры меняются скачком, впоследствии назвали сильными. Стокс отметил, что скачкообразное изменение параметров на разрывах является результатом пренебрежения вязкостью и теплопроводностью среды.

Простейшей моделью неупругого столкновения частиц является уравнение Бюргерса [4], которое описывает газодинамическое поле в гладких областях пространства, и взаимодействие частиц газа внутри ударной волны

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} = \varepsilon \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}. \quad (12)$$

При малой вязкости ϵ оно приближает уравнение Эйлера в областях плавного изменения параметров (рисунок 5). Справа и слева от ударной волны течение описывается уравнениями Эйлера, внутри ударной волны (газодинамического разрыва) — уравнением подобным уравнению теплопроводности.

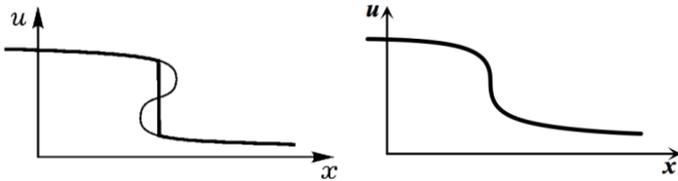


Рисунок 5. Замена уравнения Эйлера (слева) уравнением Бюргера (справа)

Ирншоу [14], [15] рассмотрел одномерные нестационарные течения газа, как изотермические, так и адиабатические. Им были получены решения в виде плоской волны, в которой с течением времени образуются области резкого изменения параметров, которые он, как и Стокс, назвал разрывами. Важную роль в анализе газодинамических разрывов, сверхзвуковых движений газа играет скорость распространения возмущений — *скорость звука*. Ирншоу ввел следующую связь между давлением, плотностью и адиабатической скоростью звука:

$$a = \sqrt{k\mu}, \quad \mu = p / \rho, \quad (13)$$

где k — отношение удельной теплоемкости газа при постоянном давлении к удельной теплоемкости при постоянном объеме. Сейчас стандартным считается обозначение γ .

2. Условия динамической совместности на разрыве

Сформулированных Стоксом условий (10—11) недостаточно, чтобы определить два неизвестных параметра потока за разрывом и скорость распространения самого разрыва. Первой попыткой замкнуть написанную Стоксом систему уравнений была опубликованная в 1860 году работа Римана [22]. В этой работе автор предположил, что при переходе через нормальный разрыв энтропия постоянна, и дополнил систему (10—11) третьим уравнением. Объяснить возникающее при этом предположении изменение энергии при переходе через разрыв Риман не смог.

Независимо от Римана, Рэнкин в 1869—1870 годах [19], [20], [21] получил третье уравнение, дополняющее систему (10—11), в другом виде. Он установил связь между параметрами по сторонам ударной волны, рассмотрев непрерывно меняющиеся внутри нее состояния среды, в которой происходит равновесный теплообмен. Суммарное количество теплоты, полученное средой, должно быть равно нулю. Используя соотношения равновесной термодинамики и формулы Стокса, Рэнкин получил выражения для скорости распространения нормального разрыва по неподвижной среде a (не путать со скоростью звука a) и скорости потока за ним u через известные давления до разрыва P и за ним p , а также известный удельный объем до разрыва S для совершенного газа (обозначения, как в оригинале):

$$a^2 = S \left\{ (\gamma + 1) \frac{P}{2} + (\gamma - 1) \frac{P}{2} \right\}. \quad (14)$$

Наиболее важным результатом Рэнкина является утверждение, что нормальные разрывы всегда распространяются относительно неподвижной среды со сверхзвуковой скоростью, в то время как относительно среды за разрывом их скорость распространения всегда дозвуковая. Способ получения УДС на ударной волне, примененный Рэнкиным, приводит к выполнению всех законов сохранения, но он учитывает теплопроводность газа, а его вязкостью пренебрегает, что не слишком обосновано, т. к. вязкость и теплопроводность взаимосвязаны. Гюгионо получил условие на нормальном разрыве более строго, чем Рэнкин, как следствие закона сохранения энергии, минуя рассмотрение состояния газа «внутри» ударной волны [16]. Это условие совпадает с полученным ранее условием Рэнкина, но для его вывода Гюгионо не потребовалось дополнительных предположений.

Сегодня УДС на стационарных разрывах представляют балансы удельных потоков [6]

- вещества

$$[\rho v_n] = \hat{\rho} \hat{v}_n - \rho v_n = 0, \quad (15)$$

- нормального

$$[p + \rho v_n^2] = 0 \quad (16)$$

- и тангенциальной компонент импульса

$$[\rho v_n v_\tau] = 0, \quad (17)$$

- компонент энергии

$$[\rho v_n h_0] = 0, \quad (18)$$

Где v_n и v_τ проекции вектора скорости на плоскость разрыва. Из (15—18) следует, что существует 2 вида разрывов: *тангенциальный* (τ , где $v_n = 0$) и *нормальный (скачок уплотнения)* через который газ перетекает. Из (16) видно, что по обе стороны τ статические давления одинаковы, а из (17), что тангенциальные составляющие могут быть различными, т. е. τ являются линиями скольжения. Разными могут быть плотности, температуры, полные теплосодержания и энтропии потоков, разделенных тангенциальными разрывами.

Из приведенной системы несложно получить адиабаты Лапласа-Пуассона (изоэнтропу)

$$JE^\gamma = 1 \quad (19)$$

и Рэнкина-Гюгонно (ударную адиабату)

$$E = \frac{1 + \varepsilon J}{J + \varepsilon} \quad (20)$$

где $\varepsilon = (\gamma - 1) / (\gamma + 1)$, γ показатель адиабаты, $E = \rho / \hat{\rho}$, $J = \hat{p} / p$ интенсивность ударно-волнового процесса уплотнения ($J > 1$) или разрежения ($J < 1$). Изоэнтропа (19) справедлива для простых волн сжатия ($J > 1$) и разрежения ($J < 1$) стационарных (волн *Прандтля-Майера*) или бегущих (волн *Римана*). Ударная адиабата (20) появилась именно в результате моделирования скачков уплотнения и ударных волн поверхностями разрыва. Числа Маха по разные стороны волны или разрыва связаны формулой

$$\frac{\mu}{\hat{\mu}} = EJ \quad (21)$$

где $\mu = (1 + \varepsilon(M^2 - 1))$ и $\hat{\mu} = 1 + \varepsilon(\hat{M}^2 - 1)$. В зависимости от того, какую формулу для адиабаты подставляем, ударной адиабаты (16) или изоэнтропы (15), формула (17) дает возможность определить числа Маха за волнами разрежения/сжатия $\bar{\omega}$ и скачками $\bar{\sigma}$ уплотнения.

В прямых ударных волнах соотношения \hat{f} и f устанавливаются из системы (11—14), в которой скорость D — скорость перемещения ударной волны по исходному потоку, имеющему скорость U [5]

$$\bar{v}_n = |U - D| \geq a, \quad (22)$$

которое приводит указанную систему УДС к виду УДС — D :

$$[\rho u] = [\rho]D; \quad (23)$$

$$[p + \rho u^2] = [\rho]; \quad D = [\rho u]D; \quad (24)$$

$$[h_0] = [u]D. \quad (25)$$

При $D=0$ система (22—25) описывает УДС на прямом скачке уплотнения.

Из (22) видно, что при $D=U$ ($v_n = 0$) величина $\hat{U} = U$, т. е. $[u] = 0$, и существует поверхность разрыва переменных, через которую газ не перетекает. Такой разрыв является *контактным* (\bar{K}). Он перемещается со скоростью газов $\hat{U} = U = D$ и разделяет потоки с разными термодинамическими переменными (кроме статических давлений $\hat{P} = P$, как и на тангенциальных разрывах). В силу уравнений Клайперона

$$p = \rho RT = \hat{\rho} \hat{R} \hat{T} \quad (26)$$

для совершенного газа ($R = \hat{R}$) на \bar{K} выполняются равенства

$$\hat{\rho} \hat{T} = \rho T, \quad \frac{\hat{M}}{M} = \frac{a}{\hat{a}} = \sqrt{\frac{T}{\hat{T}}}. \quad (27)$$

Таким образом, контактный разрыв представляет собой особую поверхность, разделяющую газы с различными термодинамическими параметрами (кроме давлений) [25].

Из УДС- D (25) также видно, что в отличие от скачков уплотнения на ударных волнах имеет место и разрыв полного теплосодержания. Сами прямые скачки являются частными случаями стоячих ударных волн ($D=0$) в сверхзвуковых потоках газа.

3. Ударная поляра, сердцевидные кривые

Подробный анализ газодинамических волн (изоэнтропических волн разрежения и сжатия) и косых скачков уплотнения, возникающих в плоских стационарных течениях невязкого нетеплопроводного совершенного газа, был опубликован в 1908 году Т. Майером. В этой же работе определены параметры *косого скачка уплотнения*, образующегося при обтекании плоского острого угла. Это задача является важной для практики, т. к. обтекание наклонной преграды — одна из часто встречающихся причин появления скачка уплотнения в потоке газа. Начиная с этой работы Мейера, в качестве основного параметра, характеризующего скачок уплотнения, рассматривают его *интенсивность* - отношение статических давлений $J = p_2 / p_1$ по его сторонам. В современном виде УДС на скачках уплотнения были сформулированы В.Н. Усковым в 1980 г. В дальнейшем они были развиты на случай одномерных бегущих волн, а также косых ударных волн [11]. В этих работах приведены удобные формулы для расчета параметров косых скачков уплотнения и косых ударных волн. В частности, для интенсивности косых скачков ($\bar{\sigma}$) уплотнения

$$J_{\sigma} = (1 + \varepsilon) \left(\frac{v}{a} \right)^2 \sin^2 \sigma - \varepsilon = (1 + \varepsilon) M^2 \sin^2 \sigma - \varepsilon. \quad (28)$$

Здесь σ — угол наклона вектора скорости к плоскости скачка, который может изменяться в пределах $\alpha \leq \sigma \leq 90^\circ$, где $\sin \alpha = 1/M$ — угол Маха, при котором скачок вырождается в линию Маха ($J_{\sigma} = 1$). Значения J определяют и другие газодинамические переменные за разрывами: плотности с помощью ударной адиабаты, температуры ($\hat{T}/T = EJ$), скорости звука ($\hat{a}/a = \sqrt{EJ}$). Угол поворота потока на скачках также определяется интенсивностями J_{σ} и J_m

$$\operatorname{tg} \beta = \operatorname{ctg} \sigma \frac{(1 - \varepsilon)(J - 1)}{J_m + \varepsilon - (1 - \varepsilon)(J - 1)}. \quad (29)$$

Здесь $\operatorname{ctg}^2 \sigma = (J_m - 1) / (J + \varepsilon) = (E - E_m) / (E_m - \varepsilon)$. В координатах $\{\Lambda \equiv \ln J, \beta\}$ формулы (28,29) описывает семейство кривых (рисунок 6), прозванных за их характерный внешний вид сердцевидными. Другое их название — **ударные поляры**. Проведенное В.Н. Усковым [9] исследование сердцевидных кривых позволило установить их важные свойства: наличие огибающей, предельных углов отклонения потока на разрыве, точек, соответствующих разрывам, числа Маха за которыми равны единице. Можно отметить, что наличие огибающей важно в задачах сверхзвуковой аэродинамики [12], т. к. соответствует экстремумам давления на сторонах тела, летящего с заданным углом атаки, но с переменной скоростью.

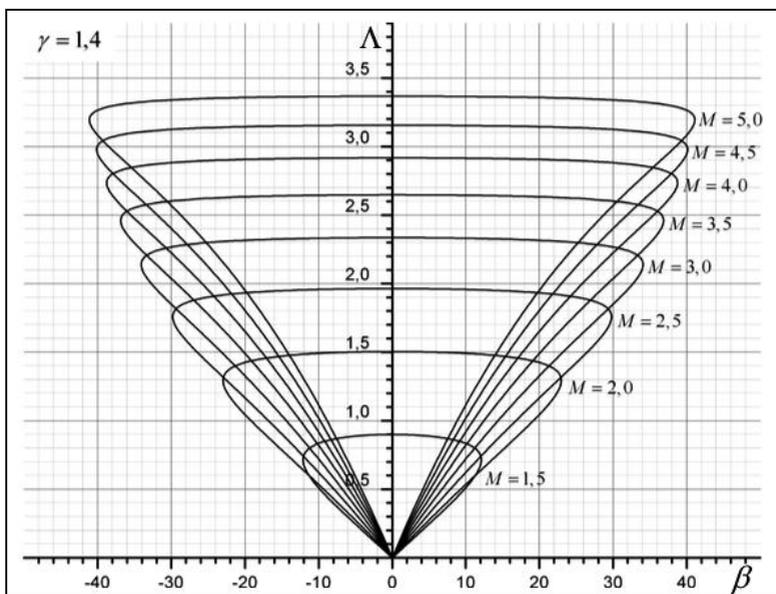


Рисунок 6. Ударные поляры

Получены результаты для оптимальных (в смысле достижения экстремума некоторого параметра) одномерных бегущих [7] и двухмерных косых ударных волн [10]. Соотношения, описывающие сердцевидные кривые, известны давно, но их использование до сих пор нередко вызывает затруднения из-за имеющихся вычислительных особенностей и необходимости отбора из множества формальных корней. Первые количественные экспериментальные результаты,

которые можно было бы сравнить с теорией, получены Вьелем в 1899 году [27]. Он проводил измерения скорости распространения ударной волны в трубе после разрыва мембраны (прообраз современной ударной трубы). Стодола в 1903 году [23] изучал течения внутри сопла на режиме с пусковым скачком уплотнения внутри него. Эти исследования позволили получить экспериментальное подтверждение теории Стокса, Римана, Рэнкина и Гюгионо для одиночного разрыва. Обобщение результатов исследования газодинамических разрывов и условий динамической совместности на них приведено в работах [3], [13], [26], [28].

Заключение

В приведенном обзоре даны ссылки на наиболее важные и этапные научные работы, посвященные нахождению соотношений на скачках уплотнения, ударных волнах, простых (изоэнтропических) волнах сжатия и разрежения. Введено понятие газодинамического разрыва как поверхности, на которой терпят разрыв газодинамические переменные. Показана связь с геометрической теорией уравнений в частных производных. Введено понятие ударной поляры, приведены основные работы, в которых изучались свойства ударных поляр.

Список литературы:

1. Арнольд В.И. Геометрические методы в теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Ижевск: Ижевская республиканская типография. 2000. — 400 с.
2. Арнольд В.И. Дополнительные главы теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Учебное пособие для студентов физико-математических специальностей высших учебных заведений. М: Издательство 'Наука'. Главная редакция физико-математической литературы, 1978. — 367 с.
3. Булат П.В. Ударная и детонационная волна с точки зрения теории интерференции газодинамических разрывов — геометрический смысл уравнений газовой динамики сверхзвуковых течений / П.В. Булат // Журн.Фундаментальные исследования — 2013. — № 10, — Ч. 9. — С. 1951—1954.
4. Теоретическая аэродинамика идеальных жидкостей./ Т. Карман и И. Бюргерс, 1939. — 408 стр. с.: с илл. и черт.; 23 см. — в пер., тираж: 3000 экз.
5. Усков В.Н. Бегущие одномерные волны. СПб: БГТУ ВОЕНМЕХ. 2000. — 224 с.
6. Усков В.Н. Интерференция стационарных газодинамических разрывов/ “Сверхзвуковые Газовые Струи”. Новосибирск: ИТПМ, 1983. — С. 22—46.

7. Усков В.Н. Оптимальные Бегущие По Потoku Газа Одномерные Волны. Доклады на XV сессии Международной школы по моделям механики сплошной среды. 2000. — С. 63—78.
8. Усков В.Н. Ударные волны и их взаимодействие. Л.: ЛМИ, 1980. — 88 с.
9. Усков В.Н., Адрианов А.Л., Старых А.Л. Интерференция стационарных газодинамических разрывов. Новосибирск: ВО “Наука”. Сибирская Издательская Фирма. 1995. — С. 180.
10. Усков В.Н., Мостовых П.С. Экстремальные Свойства Косой Ударной Волны, Бегущей По Потoku Газа.// Четвертые Поляховские чтения: Избранные труды. СПб: ВВМ. 2006. — С. 444—454.
11. Усков В.Н., Тао Ган, Омельченко А.В. О Поведении Газодинамических Переменных За Косой Ударной Волной/ Сб. статей// Под. ред. В.Н. Ускова. 2002. — С. 179—191.
12. Усков В.Н., Чернышов М.В. Экстремальные ударно-волновые системы в задачах внешней аэродинамики // Теплофизика и аэромеханика. — Т. 21. — 2014. — № 1. — С. 15—31.
13. Bulat P.V., Uskov V.N., 2014. Shock and detonation wave in terms of view of the theory of interaction gasdynamic discontinuities. Life Science Journal, 11(8s): 307-310.
14. Earnshaw S. On the mathematical theory of sound // Philosophical Transactions, — Vol. 150. — 1860. — № 8. — p. 133—148.
15. Earnshaw S. On the Mathematical Theory of Sound // Proceedings of the Royal Society of London, III. — 1858. — p. 590—591. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.lifesciencesite.com/ljsj/life1108s/068_24921life1108s14_307_310.pdf
16. Hugoniot H. (1889) Propagation du mouvement dans les corps. Chapitre V. Sur les discontinuités qui se manifestent dans la propagation du mouvement // Journal de l'École Polytechnique, cahier LVIII. 1889. — p. 68—125.
17. Lagrange J.L. Mécanique analytique/ Œuvres de Lagrange//Tome douzième. Paris, 1788.
18. Poisson S.D. Mémoire sur la théorie du son // Journal de l'École Polytechnique, t. VII, cahier 14, 1808. — p. 319—392.
19. Rankine. On the thermodynamic theory of waves of finite longitudinal disturbance // Proceedings of the Royal Society of London, Vol. XVIII. — 1869 — № 115, III, — p. 80—84.
20. Rankine. On the thermodynamic theory of waves of finite longitudinal disturbance // Philosophical Magazine, Series 4, — Vol. 39. — 1870. — № CCLXI, — p. 306—309.
21. Rankine. On the thermodynamic theory of waves of finite longitudinal disturbance // Philosophical Transactions, — Vol. 160, — Part II. — 1870. — XV, — p. 277—288.

22. Riemann B. Über die Fortpflanzung ebener Luftwellen von endlicher Schwingweite // *Abhandlungen der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen*, Bd. 8. 1860. — S. 43.
23. Stodola A. Beitrag zur Stromung von Gasen und Dämpfen durch Rohre mit veränderlichem Querschnitt // *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*, — Bd. 47. — 1903. — № 49, 5. Dezember. — S. 1787—1788.
24. Stokes G.G. On a difficulty in the theory of sound // *Philosophical Magazine*, Series 3, Vol. 33, November, LIV, 1848. — p. 349—356.
25. Uskov V.N. Interference of Stationary and Non Stationary Shock Waves. *Shock Waves*, — Vol. 20. — 2010. — № 2. — P. 119—129.
26. Uskov V.N., Bulat P.V., Arkhipova L.P. Gas-dynamic Discontinuity Conception. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, — 2014, — Vol. 8, (22). — p. 2255—2259.
27. Uskov V.N., Chernyshov M.V. Extreme shockwave systems in problems of external supersonic aerodynamics // *Thermophysics and Aeromechanics*. — Vol. 21. — 2014. — № 1. — p. 15—30.
28. Vieille P. Sur les discontinuités produites par la détente brusque de gaz comprimés // *Comptes Rendus*, — t. CXXIX. — 1899. — p. 1228—1230.
29. Vladimir Nikolaevich Uskov, Pavel Viktorovich Bulat and Lyubov Pavlovna Arkhipova, 2014. Classification of Gas-dynamic Discontinuities and their Interference Problems. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 8(22): 2248—2254.
30. Zeldovich Ya., B. Gravitational instability: an approximation theory for large density perturbation. *Astron. Astrophys.* 1970, 5(1), 85—89.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ 20ГЛ
НА ПРЕДМЕТ СООТВЕТСТВИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ
ТРЕБОВАНИЯМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Павлов Александр Викторович

*магистр естественных наук, научный сотрудник
Восточно-Казахстанского государственного университета
им. С. Аманжолова,
Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск
E-mail: Alexandr.Pavlov.1988@mail.ru*

Квеглис Людмила Иосифовна

*д-р физ.-мат. наук РФ и РК, профессор кафедры физики,
Сибирского федерального университета,
РФ, г. Красноярск
E-mail: kveglis@list.ru*

Романова Анастасия Алексеевна

*магистр естественных наук, научный сотрудник
Восточно-Казахстанского государственного университета
им. С. Аманжолова,
Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск
E-mail: anastasiya-romanova-16.09@mail.ru*

Рахадиллов Бауыржан Корабаевич

*д-р (PhD) философии по специальности «Техническая физика»,
ведущий научный сотрудник Восточно-Казахстанского регионального
технопарка «Алтай»,
Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск
E-mail: bor1988@mail.ru*

Жилкашинова Альмира Михайловна

*канд. физ.-мат. наук, заведующая лабораторией энергосбережения
и альтернативной энергетики национальной научной лаборатории
коллективного пользования ВКГУ им. С. Аманжолова,
Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск,
E-mail: almira.1981@mail.ru*

RESEARCH OF STEEL CASTINGS OF 20GL FOR RAIL TRANSPORT ON CONFORMANCE THE TECHNICAL REQUIREMENTS

Alexandr Pavlov

*master of Science, Researcher
of the East Kazakhstan State University S. Amanzholov,
Republic of Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk*

Lyudmila Kveglis

*doctor of Physical-Mathematical Sciences, Professor of the Department
of Physics, Siberian Federal University
Russia, Krasnoyarsk*

Anastasiya Romanova

*master of Science, Researcher
of the East Kazakhstan State University S. Amanzholov,
Republic of Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk*

Bauirzhan Rahadilov

*doctor (PhD) in the specialty of philosophy “Technical Physics”, a leading
researcher of the East Kazakhstan regional technology park “Altay”,
Republic of Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk*

Almira Zhylkashynova

*candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Laboratory
of energy saving and alternative energy a national scientific laboratory
for communities EKSU S. Amanzholov,
Republic of Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk*

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена изучению процесса выплавки и термической обработки деталей для железнодорожного транспорта. Данная научная работа представляет интерес для производителей, которые сталкиваются с проблемой брака при выходе продукции. Исследовали физические и механические свойства, химический состав, микроструктуру и фазовый состав стали. Показано, что структурная неоднородность соединений серы ухудшает механические свойства стали.

ABSTRACT

The paper studies the process of melting and heat treatment of parts for railway transport. This scientific work is of interest to manufacturers who are faced with the problem of marriage at the exit of products. The physical and mechanical properties, chemical composition, microstructure and phase composition of the steel. It is shown that the structural heterogeneity of sulfur affects the mechanical properties of the steel.

Ключевые слова: балка надрессорная; рама боковая; ударная вязкость; нормализация; литейные дефекты; сульфид; хладностойкость.

Keywords: bolster beam; frame side; index of toughness; normalization; casting defect; sulfide; cold resistance.

Настоящая работа посвящена исследованию процесса выплавки и термической обработки изделий для железнодорожного транспорта (балка надрессорная и рама боковая), выпускаемых на АО «Восток-машзавод», Казахстан, г. Усть-Каменогорск. Согласно международным требованиям, для получения сертификата на выпуск годной продукции, по стандартной методике, разработанной научно-инновационным центром «Вагоны», г. Санкт-Петербург, вышеуказанные детали подвергались статическим, динамическим, физико-механическим и иным испытаниям. По результатам испытаний установлено несоответствие требованиям ГОСТ 32400-2013 [1] по следующим показателям: ударная вязкость, предел текучести, временное сопротивление, относительное удлинение, сужение. Работа по установлению причин несоответствия проводилась совместно с Восточно-Казахстанским государственным университетом, в рамках г/б проекта № 118 «Исследование влияния химического состава, термической обработки, модифицирования и микролегирования, на ударную вязкость стали 20ГЛ при низких температурах для отливок железнодорожного транспорта, и разработка методики неразрушающего контроля ударной вязкости».

Методика проведения анализа. Статические испытания на растяжение проводили при комнатной температуре на машине одноосного статического нагружения «WAW-600С» с записью диаграмм растяжения в соответствии с ГОСТ 1497 [2]. Испытания проводились на цилиндрических образцах диаметром 10 мм одноосным статическим растяжением до разрыва с измерением физического предела текучести, временного сопротивления, относительного равномерного удлинения и сужения. Испытательное оборудование и средства измерений соответствовали ГОСТ 1497 [2].

Испытания на ударную вязкость проводили на образцах типа 11 (V-образный концентратор, ГОСТ 9454 [3]) на маятниковом копре

ИМРАСТР-300 с автоматической системой управления. Для испытания на ударную вязкость образцы и щипцы охлаждали в термостате до температуры от минус 66°С до минус 64 °С, согласно ГОСТ 9454, и выдерживали не менее 15 минут. Время от момента извлечения из термостата до испытания образцов не превышало 5 секунд, измерение производили секундомером по ТУ25-1894.003 [8].

Исследование фазового состава микроструктуры и балла зерна проводили на оптическом микроскопе, модель «4хс-в» с цифровой камерой, подключенной к компьютеру. Фотографии микроструктуры образцов, полученные при увеличениях $\times 100$ и $\times 500$ анализировали методом сравнения с эталонами микроструктуры в соответствии с требованиями ГОСТ 5639 [4] и ГОСТ 32400-2013.

Последнее исследование проводили в г. Красноярск на сканирующем электронном микроскопе с микроанализатором Hitachi ТМ3000. Исследовали образцы стали с изломом и гладкой поверхностью во вторичных электронах и в лучах характеристического рентгеновского излучения.

Результаты исследований и их обсуждение.

Деталь «балка адрессорная» была подвержена двойной термообработке: нормализация при 900 °С и высокий отпуск 665 °С согласно ГОСТ 32400-2013. Режим нормализации: нагрев до 700 °С за 2 ч 40 мин, затем плавный нагрев до 900 °С за 1 ч и выдержка 4 ч, с последующим охлаждением на воздухе. Режим отпуска: нагрев до 665 °С за 2 ч 50 мин, выдержка 3 ч с последующим охлаждением на воздухе.

Таблица 1.

Статическое испытание образцов на растяжение

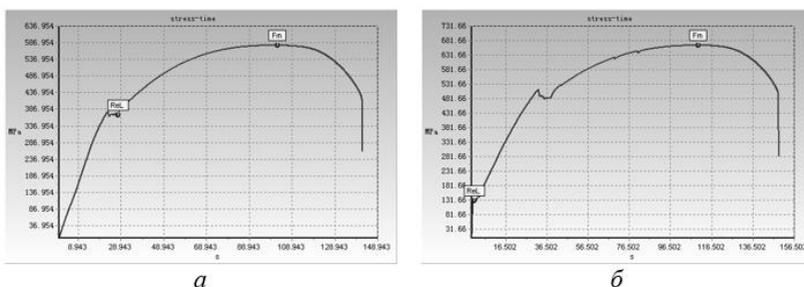
| Режим термообработки | Статическое испытание образцов на растяжение по ГОСТ 1497-84 | | | | Заключение на соответствие ГОСТ 32400-2013 |
|----------------------|--|--|---------------------------------------|-----------------------------------|--|
| | Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа | Временное сопротивление σ_b , МПа | Относительное удлинение, δ , % | Относительное сужение, Ψ , % | |
| | Требования ГОСТ 32400-2013, не менее | | | | |
| | от 300,0 до 343,0 | 500,0 | 20,0 | 35,0 | |
| | 343,0 и более | 510,0 | 18,0 | 30,0 | |
| Фактическое значение | | | | | |
| ТО1 | 458,0 | 695,0 | 31,0 | 61,0 | Соответствует |
| ТО2 | 613,0 | 848,0 | 28,0 | 66,0 | Соответствует |

Нормализация вызывает значительное упрочнение и соответствующее снижение пластичности и вязкости. Высокий отпуск после нормализации значительно снижает склонность стали к хрупкости, т. е. существенно повышает хладноломкость (вязкость при отрицательных температурах).

Испытания на растяжение проводили после первой и второй термообработки (ТО1, ТО2) см. таблицу 1, рисунок 1.

Из таблицы 1, рисунок 1 видно, что после второй нормализации значения предела текучести увеличилось на 155 МПа, временного сопротивления на 153 МПа, относительное удлинение и сужение значительно не изменилось. Таким образом, двойная термическая обработка в виде нормализации с высоким отпуском улучшает механические свойства стали.

Испытание на ударную вязкость (таблица 2), является основным, в связи с нестабильностью данного параметра, так как ударная вязкость зависит от многих факторов: химического состава, микроструктуры, термообработки, литейных дефектов и т. п.



**Рисунок 1. Диаграммы растяжения образцов из стали 20ГЛ.
а — после первой термообработки,
б — после второй термообработки**

По данным исследований НИЦ «Вагоны» ударная вязкость образца исследуемой детали, вырезанного из тела отливки ближе к наклонной плоскости, толщина стенки около 20 мм, составляла 8,3 Дж/см². Как уже было отмечено выше, на физико-механические свойства металла влияют внутренние литейные дефекты, с целью уменьшения влияния литейных дефектов, образец для повторного испытания был вырезан с зоны А, ближе к подпятнику, где толщина металла составляла около 30 мм.

Таблица 2.

Динамическое испытание образцов на ударную вязкость

| Режим термообработки | КСУ⁶⁰, Дж/см² | Заключение на соответствие ГОСТ 32400-2013 |
|---|--|---|
| Требования ГОСТ 32400-2013 не менее 20 Дж/см ² | | |
| ТО1 | 35,40 | Соответствует |
| ТО2 | 41,0 | Соответствует |

Таким образом, мы видим положительный результат, не значительное увеличение значения ударной вязкости после второй термообработки. Однако необходимо отметить нестабильность показаний в зависимости от сечения детали.

Результаты металлографического исследования на оптическом микроскопе после первой термообработки (ТО1) представлены на рисунке 2.

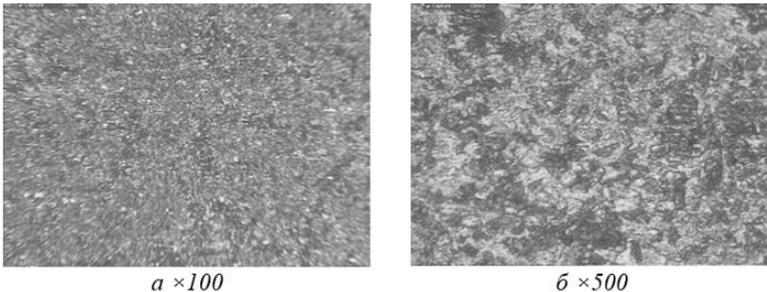


Рисунок 2. Микроструктура стали 20ГЛ после первой термической обработки

Микроструктура однородная, феррито-перлитная, с равномерным распределением структурных составляющих, балл зерна по шкале ГОСТ 5639 – 8, что является допустимым по ГОСТ 32400-2013 (не ниже 8-го). Показатель твёрдости измеренный методом Бринелля по ГОСТ 9012 [5] составляет 152 ед.

Результаты металлографического исследования после второй термообработки (ТО2) представлены на рисунке 3.

Микроструктура однородная, феррито-перлитная, с выделением перлита в виде перлитной сетки, балл зерна уменьшился до 9-го, что так же является хорошим показателем. Твёрдость по Бринеллю возросла на 11 единиц и составляет 163 ед., по сравнению с ТО1, вследствие выделения перлитной фазы.

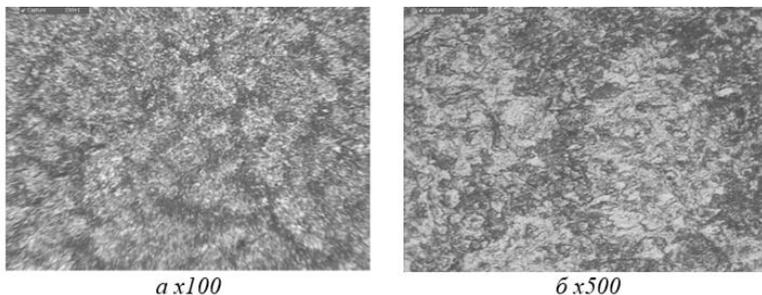


Рисунок 3. Микроструктура стали 20ГЛ после первой термической обработки

Для выявления причин несоответствия отливок техническим требованиям было проведено исследование образцов на рентгеновском микроанализаторе Hitachi TM3000. На рисунке 4 приведены фотографии излома образца стали 20ГЛ, полученные с растрового электронного микроскопа TM3000. В ходе исследования выявлено неравномерное распределение по объему образца марганца и ассоциированной с ним серы. Сера является вредной примесью, снижающей механическую прочность и свариваемость стали, а также ухудшающей ее электротехнические, антикоррозионные и другие свойства. Отрицательное влияние серы на свойства стали обычно сказывается уже при содержании 0,01—0,015 % [6]. Таким образом, технологические приемы плавки должны способствовать глубокой десульфурации в восстановительном периодах.

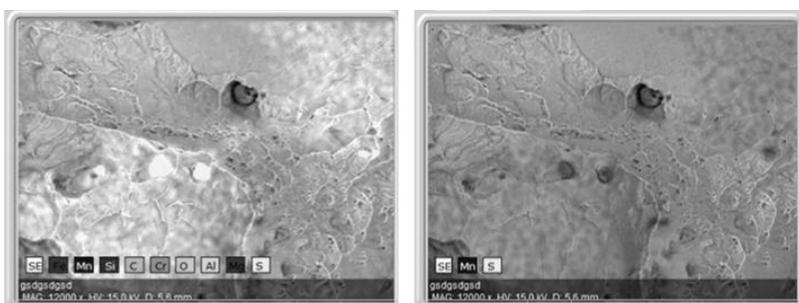


Рисунок 4. Картирование изображения в лучах характеристического рентгеновского излучения серы (слева) и марганца (справа)

Как показано в работе [7], при кристаллизации стали включения сульфида железа, сульфида марганца и оксисульфидов выделяются в жидком виде. Неметаллические включения в виде тонких пленок располагаются на границе зерен литого металла, занимая большую площадь. При температуре более 1000 °С (температура красного каления) эти включения находятся в жидком или пластичном состоянии, что приводит к повышению жидкотекучести, но вместе с тем вызывает красноломкость стали [10]. Так же были обнаружены капсулы размером порядка десятых долей миллиметра и менее, содержащие марганец и серу. Капсула представляет собой гладкую полость, на дне которой находится частица сульфида марганца (см. рис. 5).

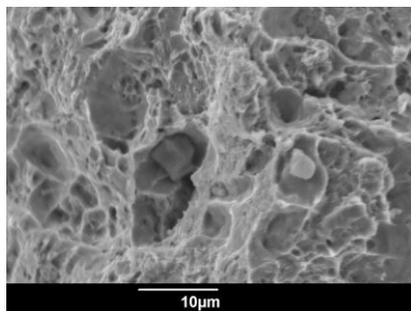


Рисунок 5. Капсула, в которой находится частица сульфида марганца

В таких полостях происходит концентрация напряжений при механическом ударе, что приводит к дальнейшему образованию микротрещин.

Поскольку сульфиды находятся в межзеренных областях они влияют так же на процессы структурно-фазовых превращений, это необходимо учитывать и стремиться к наилучшему десульфурованию при плавке. При достаточном раскислении стали алюминием получают плотные отливки. Получение отливки, лишенной пористости, не означает, что сталь была раскислена в оптимальных условиях. Чтобы избежать вредных сульфидов, необходим избыток алюминия по сравнению с количеством, обеспечивающим плотные отливки. Образующееся при термообработке стали мелкое зерно перлита, получаемое после присадки алюминия, существенно повышает показатели ударной вязкости стали при низких температурах. Правильно выбранный режим термической обработки позво-

ляет получить оптимальную структуру стали, обеспечивающую наиболее выгодное сочетание механических показателей, в том числе наиболее высокую хладноустойчивость.

Далее был проведен микроанализ шлифованной поверхности образца на растровом электронном микроскопе с системой микроанализа INCA Energy рисунок 6.

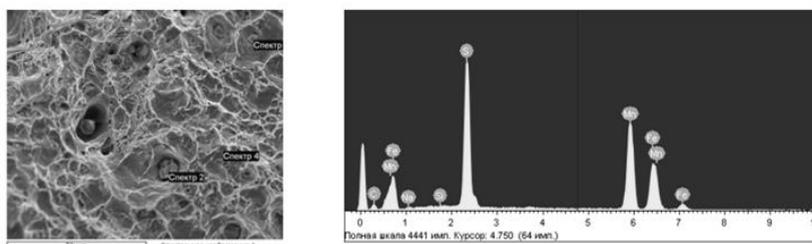


Рисунок 6. Микрофотография поверхности образца (с лева), спектральный микроанализ поверхности (справа)

Известно, что сталь содержащая пленочные межкристаллитные сульфидные включения 2-города (межкристаллитные сульфиды в форме цепочек или скоплений мелких шаровидных сульфидов либо в форме мелких пленок), обладает самыми низкими механическими свойствами [9], поэтому целесообразным является получение в стали сульфидных включений 1-го (сульфиды шаровидной формы беспорядочно распределенные в металлической матрице) или 3-его типа (многогранные сульфиды обычно довольно массивные и часто связанные свключениями окиси алюминия), что обеспечит оптимальное сочетание прочностных и вязких свойств стали. Для этого необходимо в литой стали иметь остаточное содержание алюминия не менее 0,03 % [11], что позволит получить плотные отливки с 3-м типом сульфидов. Однако не следует слишком увеличивать верхний предел содержания алюминия, т. к. это может привести кдополнительному загрязнению стали мелкими дисперсными включениями глинозема Al_2O_3 .

Выводы:

1. На результаты физико-механических испытаний в значительной степени влияют литейные дефекты, место отбора образца, сечение детали.
2. Из всех технологических факторов в процессе выплавки стали наибольшее влияние на ее свойства, в том числе ударную

вязкость, оказывают процессы конечного раскисления, определяющие природу и характер распределения неметаллических включений.

3. Оптимальным режимом термообработки является двойная нормализация с отпуском.

4. Исследование структуры и механических свойств стали 20 ГЛ показали, что структурные неоднородности, обусловленные наличием соединений серы (MnS и FeS) ухудшают механические свойства стали.

Список литературы:

1. ГОСТ 32400-20013 Рама боковая и балка надрессорная литые тележек железнодорожных грузовых вагонов.
2. ГОСТ 1497-87 Металлы. Методы испытаний на растяжение.
3. ГОСТ 9454 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах.
4. ГОСТ 5639-82 Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна.
5. ГОСТ 9012 Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю.
6. Лямкин С.Э., Немцев И.В., Ахметжанов Б.К., Квеглис Л.И. «Влияние соединений серы на ударную вязкость марганцовистых сталей», материалы международной научно-практической конференции «Наука, образование, общество: модернизация и инновации». г. Барнаул. 2014. — 176 с.
7. Перевязко А.Г., Лисниченко Л.Н., Никитин В.И. и др. Влияние химического состава на механические свойства сталей 20ГЛ и 20ГФЛ. Литейное производство. — 1979. — № 12. — с. 8—9.
8. ТУ 25-1894.003-90. Секундомеры (НД АО Востокмашзавод).
9. Эген Ж.В., Альтман П., Де Си А. Раскисление, формасульфидных включений и свойства литой стали. «30 Международный конгресс литейщиков». М.: Машиностроение, 1967.
10. Lemaitre A, Carlson J. Boundary lubrication with a glassy interface. PHYSICAL REVIEWE. 2004. - 69, 061611.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Пронина Олеся Владимировна

аспирант

*Воронежского филиала Российского экономического университета
имени Г.В. Плеханова, Кафедра «Коммерции и товароведения»,*

РФ, г. Воронеж

olesya.pronina.88@mail.ru

Полянский Константин Константинович

д-р техн. наук, профессор, кафедра «Коммерции и товароведения»

*Воронежского филиала Российского государственного торгово-
экономического университета имени Г.В. Плеханова,*

РФ, г. Воронеж

E-mail: kommerce_tovarovedenie@mail.ru

THE CURRENT STATE OF MILK WHEY PROCESSING

Olesya Pronina

postgraduate student

*of the Voronezh branch of the Russian Economic University named after
Plekhanov, Department "Kommertsii and Commodity"*

Russia, Voronezh

Konstantin Polyansky

doctor of Engineering sciences, Professor,

*Department of "Commerce and Commodity" Voronezh branch of the Russian
State Trade and Economic University named after G.V. Plekhanov,*

Russia, Voronezh

АННОТАЦИЯ

Проблема полного и рационального использования молочной сыворотки, как вторичного сырья, является актуальной независимо от получаемых объемов, методов организации производства и форм собственности во всех странах мира.

ABSTRACT

The problem of full and efficient use of milk whey as secondary raw material is relevant regardless of the resulting volume, methods of production and forms of ownership in all countries of the world.

Ключевые слова: молочная сыворотка; рациональное использование; применение; функциональное питание.

Keywords: milk whey; rational use; application; functional foods.

Молочная промышленность относится к ресурсо- и энергоемким отраслям промышленности. Учитывая проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды и дефицитом молочного сырья, все большую актуальность приобретает вопрос его полного и рационального использования.

Проблема полного и рационального использования молочной сыворотки, как вторичного сырья, является актуальной независимо от получаемых объемов, методов организации производства и форм собственности во всех странах мира.

Поиском путей рационального использования молочной сыворотки занимались многие видные деятели молочного дела в нашем отечестве и за рубежом. Большой вклад в решение проблем, связанных с получением и переработкой вторичного молочного сырья, внесли ведущие отечественные и зарубежные ученые: М.С. Коваленко, А.Г. Храмцов и его ученики, Н.Н. Липатов, А.А. Остроумов, Г.Б. Гаврилов, А.Ю. Просеков, М.В. Залашко, Т. Sienkiewicz, C.L. Riedel, J.G. Zadow, J.N. deWit, U. Kulozik и др. [3; 4;10—13].

Передовой опыт промышленности разных стран показывает, что наиболее рациональными путями использования сыворотки являются: переработка ее в пищевые продукты, полуфабрикаты, а также — использование на корм сельскохозяйственным животным. Данные продукты могут быть использованы в пищу или как полуфабрикаты при производстве других пищевых продуктов для повышения их пищевой и биологической ценности. В ряде случаев с помощью продуктов и полуфабрикатов из молочной сыворотки удастся сбалансировать аминокислотный состав продуктов, содержащих изначально только растительные белки, и использовать всю совокупность пищевых белков, получить продукты, обладающие диетическими свойствами.

Выбор способа обработки молочной сыворотки в первую очередь обуславливается ее исходным составом и требованиями к качеству готового продукта. На действующих предприятиях стремятся максимально использовать имеющийся технологический парк машин

(аппаратов) и существующие производственные площади. Это позволяет организовывать рациональную переработку молочной сыворотки. Наиболее рациональным способом переработки в настоящее время является сушка. Сухая сыворотка является хорошим сырьем для хлебопекарной, мясной промышленности. Современные сушильные установки позволяют высушивать любой из видов сыворотки с конечными показателями сухого продукта, отвечающими всем требованиям. Однако в России для сушки используется в основном оборудование иностранного производства, т.к. отечественное требует больших модернизаций. Это вызывает ряд экономических вопросов. Кроме того, не решены вопросы интенсификации процесса сушки за счет предварительной кристаллизации лактозы в сгущенной сыворотке (СВ=52—54 %), взрывоопасности и очистки отработанного теплоносителя [2; 5].

Молочная сыворотка и ее компоненты являются ценнейшим молочным сырьем для приготовления разнообразных напитков, белковых концентратов, в том числе творожных изделий, паст, нежирных молочных концентратов сгущенных и сухих, продуктов биологической обработки, в том числе пищевых продуктов и полуфабрикатов; использования в хлебопекарной и мясной промышленности, при выработке мороженого, плавленых и мягких сыров, в производстве продуктов детского, диетического или лечебного питания, а также кормовых продуктов, в том числе заменителей цельного молока для молодняка сельскохозяйственных животных и кормовых смесей.

Одним из наиболее целесообразных направлений переработки молочной сыворотки с использованием нетрадиционного растительного сырья является производство различных напитков [6]. Как правило, технологический процесс их производства достаточно прост и малоэнергозоемок. Сыворотка может являться сырьем для производства алкогольных напитков различных видов.

Кроме того разработана технология получения лактата кальция из молочной сыворотки с последующим применением в производстве хлебобулочных изделий.

На кафедре технологии молока и молочных продуктов ВГУИТ разработана технология производства молочной кислоты из сыворотки, как лактозосодержащего сырья. Особенностью процесса является значительное накопление конечного продукта при минимальном интегрировании микроорганизмов-продуцентов кислоты. Эти особенности процесса получали при использовании мембранного биореактора циркуляционного типа. Кроме того, появляется возможность проводить процесс непрерывно

с периодической подпиткой питательной средой. Максимальная продуктивность молочной кислоты, которая была получена — 2,7 г/л ч.

В последние годы в России нашла свое теоретическое подтверждение и практическое воплощение концепция биотехнологии молочных продуктов нового поколения, основанная на новом направлении в науке о функциональном питании. Развитием и исследованиями данного направления занимаются ведущие отраслевые научные организации России (институт биохимии им. А.Н. Баха, ВНИИМС, ВНИМИ, НИИДП, ВГУИТ, Кем ТИПП, центр «Биоинженерия» РАН, БГУ, МГУПП, РХТУ им. Д.И. Менделеева и др.)

Интерес к молочной сыворотке, как кормовому потенциалу, во всем мире продолжает расти. В первую очередь это касается технологий глубокой переработки молочной сыворотки-компоненты и производные, которые позволяют получать продукты, подобные лекарственным препаратам для ветеринарии. Проводятся исследования по разработке новых видов ЗЦМ с использованием низколактозной творожной сыворотки, получаемой методом микробного синтеза.

Одним из актуальных вопросов является высокая аллергенность продуктов, содержащих молочную сыворотку. Аллергенность обусловлена наличием сывороточного белка β -лактоглобулина, который обладает ярко выраженными антигенными свойствами. Вопросу снижения антигенных свойств большое внимание уделяется учеными отрасли, РАН [1].

Производство молочного сахара — основного продукта, вырабатываемого ранее в больших объемах, находится в настоящее время как бы в «забвении». В то же время разные отрасли АПК, фармацевтическая промышленность и другие испытывают потребность в его использовании.

Нельзя усомниться в важности рассмотренной проблемы — вторичные молочные продукты находят применение в разнообразных областях. Для полноценного использования вторичного сырья молочной промышленности необходимо решить еще ряд технологических, организационных и даже социальных задач (осваивать новые опытно-промышленные установки, совершенствовать и отрабатывать технологию производства, организовывать комплексную переработку многих отходов с полным их использованием и пр.) Безусловно, качество молочной сыворотки как исходного сырья должно отвечать всем требованиям технологии, санитарии и гигиены. Проблема ждет своего решения, в том числе в плане соответствия ХАССП. Реализация элементов ХАССП к молочной сыворотке, ее компонентам

и их производным позволит выйти с получаемой продукцией на международный рынок.

Список литературы:

1. Бакулин А.В., Лопатин С.А., Щербинина Т.С. и др. Удаление β -лактоглобулина из молочной сыворотки с помощью хитозана// Молочная промышленность. 2012. № 11.
2. Варваров В.В., Дворецкий Г.Б., Полянский К.К. Очистка отработанного теплоносителя при сушке пищевых продуктов. Воронеж: издательство ВГУ, 1989. — 102 с.
3. Вестергаард В. Технология производства сухого молока. Выпаривание и распылительная сушка. 2003 — 304 с.
4. Евдокимов И.А. Рациональность и некоторые экономические аспекты переработки сыворотки. Украина, 2007 — 208 с.
5. Полянский К.К., Шестов А.Г. Кристаллизация лактозы: физико-химические основы. Воронеж: издательство ВГУ, 1995. — 184 с.
6. Полянский К.К. и др. Подсластители из растительного сырья при производстве молочных напитков. Воронеж: издательство «Истоки», 2010. — 100 с.
7. Полянский К.К., Шуваева Т.Б., Яковлев В.Ф., Деменко М.Д. Микробиологические основы производства молочной кислоты. Молочная промышленность, 1997. № 1.
8. Полянский К.К., Шуваева Т.Б., Яковлев В.Ф., Деменко М.Д. Производство молочной кислоты. Пищевая технология, 1997. № 1.
9. Полянский К.К., Карпенко В.И., Демченко Н.Д. Использование лактата кальция в хлебобулочных изделиях. Пищевые технологии, 1996. № 6.
10. Пономарев А.Н., Ключников А.И., Полянский К.К. Основные направления мембранных технологий при переработке молочной продукции: монография. Воронеж: Истоки, 2011. — 356 с.
11. Синельников Б.М., Храмцов А.Г., Евдокимов И.А., Рябцева С.А., Серов А.В. Лактоза и ее производные. СПб.: Профессия, 2007. — 768 с.
12. Синкевич Т, Ридель К.Л. Молочная сыворотка: переработка и использование в агропромышленном комплексе. Под редакцией и с предисловием Н.Н. Липатова. М: Агропромиздат, 1989. — 270 с.
13. Храмцов А.Г. Феномен молочной сыворотки. СПб.: Профессия, 2011. — 804 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ УДАРНЫХ ПОЛЯР, ОПИСЫВАЮЩИХ КОСЫЕ СКАЧКИ УПЛОТНЕНИЯ

Упырев Владимир Владимирович

*инженер лаборатории «НМиНКБС_СВЧ_ЭиМ»,
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики,
РФ, г. Санкт-Петербург,
E-mail: upyrevvv@ya.ru*

OBLIQUE COMPRESSION SHOCK WAVE AND SHOCK WAVE POLARS

Vladimir Upyrev

*Engineer of laboratory «NMiNKBS_SVCh_JeiM»,
Saint-Petersburg National Research University of Information
Technologies, Mechanics and Optics,
Russia, Saint-Petersburg*

АННОТАЦИЯ

Рассматривается история изучения условий динамической совместности на косом скачке уплотнения, определяющих соотношение значений газодинамических переменных до разрыва и сразу за ним. Приведена математическая модель косоугольного скачка уплотнения. Вводится понятие ударной поляры. Выполнено исследование свойств ударных поляр. Уделено внимание особым точкам на ударных полярах и их значению для исследования свойств скачков и их интерференции. Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (Соглашение № 14.575.21.0057).

ABSTRACT

In this work we review history of research on conditions of dynamic compatibility conditions on the oblique shock wave defining value relation of gas-dynamic variable before and right after discontinuity. Mathematical model for an oblique shock wave is presented. A shock waves polar term was introduced. Conducted research of shock wave polar's properties. Attention to special points on shock wave polars and their value for research of shock wave properties and interference is paid. The researches are

executed with the financial support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (the Agreement № 14.575.21.0057).

Ключевые слова: косой скачок уплотнения; газодинамический разрыв; условия динамической совместности; ударная поляра

Keywords: obliques compression shock wave; gaz-dynamic discontinuity; gaz-dynamic compatibility conditions; shock wave polar.

Введение

Цель — привести основные соотношения на косом скачке уплотнения в универсальной форме, которую можно применять и для случая изоэнтропических волн, исследовать свойства зависимостей газодинамических переменных за скачком от параметров течения перед ним, продемонстрировать графический метод решения задач об интерференции газодинамических разрывов, привести для этих задач необходимый графический материал. Основные понятия о газодинамическом разрыве и, в частности, о косом скачке уплотнения приведены в работах [16], [30].

Несмотря на повсеместное распространение вычислительных методов газовой динамики в ряде приложений актуальной является задача непосредственного расчета скачков уплотнения, особенно, если нужно найти оптимальное решение.

В многочисленной имеющейся литературе на эту тему методики расчета скачков, как правило, приведены в форме, затрудняющей их применение в задачах оптимизации и управления сверхзвуковыми течениями.

Положение осложняется тем, что уравнения, связанные с расчетом скачков, часто имеют несколько решений, вычислительные особенности или, вообще, явно не разрешены относительно искомой переменной. Для отбора решений, которые соответствуют физически реализуемым ударно-волновым конфигурациям, получения значений в окрестности особых точек необходимо привлекать дополнительные соображения.

С другой стороны, существует минимальный набор важнейших характеристик скачков, для которых возможна постановка задачи расчета в удобной форме. Знание особых и предельных параметров скачков позволяет легко разделять решения на классы.

В настоящей работе изложен именно такой подход, позволяющий просто и без затруднений решить 90 % практически значимых задач, связанных с расчетом одиночных косых скачков уплотнения.

Подробный анализ газодинамических волн (изоэнтропических волн разрежения и сжатия) и косых скачков уплотнения, возникающих в плоских стационарных течениях невязкого нетеплопроводного совершенного газа, был опубликован в 1908 году Т. Майером [23]. В этой же работе определены параметры косоугольного скачка уплотнения, образующегося при обтекании плоского острого угла. Буземан в ряде работ в 1929—1937 годах [5], [17], [18] заложил основу графических методов решения задач об интерференции газодинамических разрывов с помощью ударных поляр, связывающих интенсивность косых скачков уплотнения с углом разворота потока на скачке. Ударные поляры именно с того времени называются в его честь полярами Буземана. За характерный вид их еще называют сердцевидными кривыми. Еще одно название — изомахи, т. к. каждая ударная поляра строится при конкретном числе Маха набегающего потока. Методы решения задач интерференции разрывов с помощью ударных поляр были развиты Курантом в работе [20].

Задачи проектирования сверхзвуковых летательных аппаратов вызвали в 40-е годы исследования скачков уплотнения, взаимодействий между собой отдельных волн и разрывов. В первых экспериментах с помощью ударной трубы были изучены одномерные взаимодействия. Теория течения газа в ударной трубе в одномерной постановке предложена Шардиным в 1932 году [26]. В Университете Торонто в 50-е годы был проведен ряд экспериментальных и теоретических работ по исследованию взаимодействия одномерных бегущих волн и разрывов:

рефракция бегущей ударной волны на контактном разрыве — Битондо и другие [15], Битондо [14], Форд и Гласс [21];
взаимодействие догоняющих ударных волн — Гоулд [22];
ударной волны с волной разрежения — Гоулд [22], Ничолл [25]
и рефракция волны разрежения — Биллингтон и Гласс [13], Биллингтон [12].

Теоретические результаты в эти годы были скромнее. В работе Тауба [28] исследовано распространение ударной волны по двум первоначально покоящимся газам, разделенным поверхностью раздела (контактным разрывом). В 1960 году Молдер [24] разработал аналитическую теорию регулярного взаимодействия встречных ударных волн. Двух и трехмерные задачи долгое время решались исключительно численными методами.

Большой вклад в разработку теории стационарных газодинамических разрывов внес В.Н. Усков. В современном виде её основные положения были сформулированы в 1980 г. в учебном пособии [8].

В сборнике [7] были приведены условия динамической совместности для основных задач об интерференции разрывов. Результаты анализа соотношений на скачке и свойств различных ударно-волновых структур приведены в монографии [9].

В дальнейшем они были развиты на случай одномерных бегущих волн, а также косых ударных волн [10]. В этих работах приведены удобные формулы для расчета параметров косых скачков уплотнения и косых ударных волн. Проведенное В.Н. Усковым исследование сердцевидных кривых позволило установить их важные свойства: наличие огибающей, предельных углов отклонения потока на разрыве, точек, соответствующих разрывам, числа Маха за которыми равны единице. Можно отметить, что наличие огибающей важно в задачах сверхзвуковой аэродинамики летательных аппаратов [11], т. к. соответствует экстремумам давления на сторонах тела, летящего с заданным углом атаки, но с переменной скоростью.

Общность математического аппарата одномерных нестационарных и двумерных стационарных задач о взаимодействии волн и разрывов, продемонстрированная в работах В.Н. Ускова и Л.П. Архиповой [32], [2], позволила М.Г. Чернышову решить ряд практически важных задач [1], [29], [31], [4] о взаимодействии косого скачка с волной Прандтля-Майера. Следующим шагом стало исследование взаимодействия ударной волны и прямого скачка уплотнения [27], а также косых ударных волн [3] и нестационарных тройных конфигураций [6].

1. Косой скачок уплотнения — математическая модель

Моделью ударных волн является поверхность математического разрыва первого рода, при переходе через которую газодинамические переменные терпят разрыв $[f]=f_2-f_1$. Ударная волна в общем случае может перемещаться в пространстве. Неподвижная ударная волна называется стоячей волной или скачком уплотнения. Скачок, расположенный под углом к набегающему потоку, называется косым. Соотношения переменных f_2 и f_1 по разные стороны газодинамических разрывов получили название условий динамической совместности (УДС) на скачке.

Угол наклона скачка σ , его интенсивность J , под которой обычно понимают отношение давления за скачком P_2 к давлению перед скачком P_1 , и угол отклонения потока на скачке β (рисунок 1а) при заданных параметрах течения перед скачком (M_1 , P_1 , P_{01} , ρ) уплотнения взаимно однозначно связаны между собой. Задание любого из этих трех параметров позволяет вычислить два других. Если известен, например, угол разворота потока β , как на рисунке 1б, когда

он равен углу клина, на который натекает сверхзвуковой поток, то можно найти интенсивность и угол наклона образующегося косога скачка. Если известна интенсивность J , например, как в перерасширенной струе, когда она равняется отношению давлений в окружающей среде к давлению на срезе сверхзвукового сопла (точка А, рисунок 1с), то можно найти угол наклона скачка и угол разворота потока (границы струи) на скачке. В задачах, когда скачок является результатом интерференции других разрывов, чаще всего известен его угол наклона, по которому можно вычислить интенсивность и угол разворота потока.

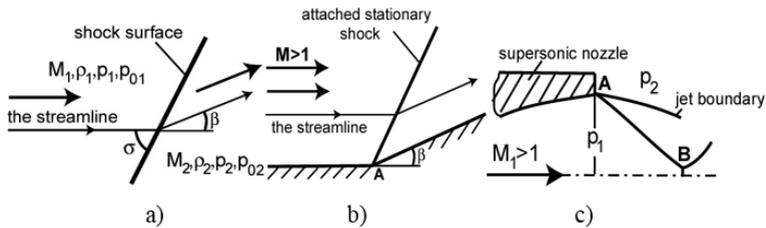


Рисунок 1. Определение косога скачка уплотнения индексы:
1 — параметры до скачка, 2 — параметры за скачком, M — число Маха, P — давление, P_0 — полное давление, β — угол разворота потока, σ — угол наклона скачка уплотнения.

Параметры скачка уплотнения зависят от теплофизических свойств газа, которые выражаются показателем адиабаты $\gamma = c_p/c_v$ (c_p — удельная теплоемкость газа в термодинамических процессах, происходящих при постоянном давлении, c_v — удельная теплоемкость газа в термодинамических процессах, происходящих при постоянном объеме), а также его молекулярным весом. Показатель адиабаты в идеальном газе зависит от числа степеней свободы атома $\gamma = (j+2)/j$. Если газ одноатомный, то степеней свободы у него 3, и показатель адиабаты равен 5/3 или 1,666... Если газ двухатомный, то степеней свободы у него 5, и показатель адиабаты равен 7/5 или 1,4. Если газ трехатомный, то степеней свободы у него 6, и показатель адиабаты равен 8/6 или 1,333... Кроме того, обычно выделяют: $\gamma=1.1$ для смеси углеводородного топлива с воздухом, $\gamma=1.2$ — для смеси углеводородного топлива с кислородом, $\gamma=1.25$ — для продуктов сгорания. В реальном газе γ зависит от давления и температуры, но этим можно пренебречь при $t < 600\text{K}$.

УДС на стационарных разрывах представляют собой равенство нулю скачка следующих газодинамических параметров [f]=f2-f1: потока вещества

$$[\rho v_n] = \rho_2 v_{n2} - \rho_1 v_{n1} = 0, \quad (1)$$

импульса движения в проекции на нормаль к поверхности скачка

$$[p + \rho v_n^2] = 0 \quad (2)$$

импульса движения в проекции на касательную к поверхности скачка

$$[\rho v_n v_\tau] = 0, \quad (3)$$

Энергии

$$[i + v_n^2 / 2] = 0, \quad (4)$$

где v_n и v_τ проекции вектора скорости на плоскость разрыва, i — энтальпия. Давление P , температура T и плотность связаны уравнением состояния Менделеева-Клайперона

$$\frac{p}{\rho T} = const = \frac{8340}{\mu}, \quad (5)$$

которое для идеального газа (молекулярный вес и показатель адиабаты постоянны, энтальпия i пропорциональна температуре T) может быть переписано в виде:

$$i = \frac{\gamma}{\gamma - 1} \frac{p}{\rho}. \quad (6)$$

Степень сжатия потока в ударно-волновом процессе принято характеризовать отношением плотностей $E = \rho_1 / \rho_2$, которые в отсутствие внешнего подвода тепла называются адиабатой. Если $E > 1$, то имеет место расширение потока, если < 1 , то сжатие.

В изэнтропическом процессе E определяется адиабатой Лапласа-Пуассона (изэнтропа)

$$JE^\gamma = 1. \quad (7)$$

На скачке уплотнения с помощью (6) и системы (2,3) уравнение энергии (4) можно записать в виде уравнения ударной адиабаты Рэнкина-Гюгонио

$$i_2 - i_1 = \frac{1}{2} \frac{p}{\rho} (J - 1)(1 + E). \quad (8)$$

Скачков разрежения не бывает, т. е. на скачке всегда $E < 1$. Часто в соотношениях вместо γ используется величина

$$\varepsilon = (\gamma - 1) / (\gamma + 1), \quad (9)$$

которая представляет собой предел E при $J \rightarrow \infty$. Видно, что на скачке он конечен, т. е. плотность не может возрастать бесконечно. Адиабата Рэнкина-Гюгонио может быть записана в виде зависимости от интенсивности скачка

$$E = \frac{1 + \varepsilon J}{J + \varepsilon}. \quad (10)$$

Введем число Маха $M = v/a$, где a – местная скорость звука:

$$a^2 = \gamma p / \rho. \quad (11)$$

Тогда после несложных преобразований из уравнений (1—4), с учетом (10,11) можно получить выражение для интенсивности косога скачка уплотнения

$$J_\sigma = (1 + \varepsilon) M^2 \sin^2 \sigma - \varepsilon, \quad (12)$$

а также связь между углами поворота потока β и наклона скачка σ

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{M^2 \sin^2 \sigma - 1}{\frac{1}{1-\varepsilon} M^2 - (M^2 \sin^2 \sigma - 1)} \operatorname{ctg} \sigma . \quad (13)$$

Уравнения (12—13) определяют при заданном M ударную полярю $\ln J$ - β , (рисунок 2) в параметрической форме с параметром σ , который может меняться в пределах от угла Маха $\alpha = \arcsin(1/M)$ до 90° . Видно, что для каждого числа Маха имеется максимальная интенсивность

$$J_m = (1 + \varepsilon) M^2 - \varepsilon , \quad (14)$$

с использованием которой угол β можно выразить следующим образом

$$\operatorname{tg} \beta = \sqrt{\frac{J_m - J}{J + \varepsilon}} \frac{(1 - \varepsilon)(J - 1)}{(J_m + \varepsilon) - (1 - \varepsilon)(J - 1)} . \quad (15)$$

Если скачок задан интенсивностью J , то для вычисления угла β удобнее использовать (15), если углом разворота σ , то — (13).

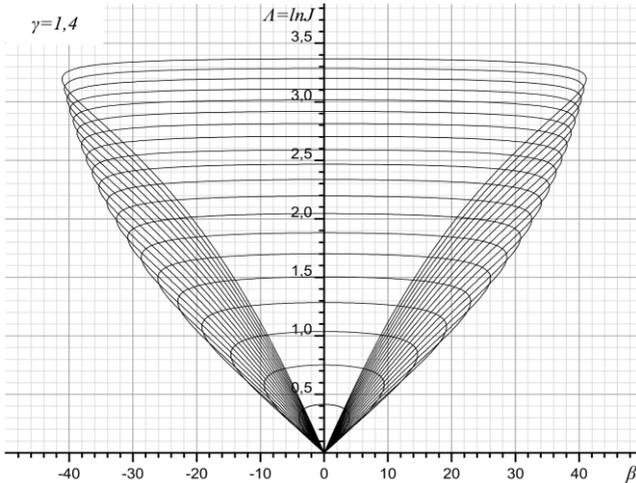


Рисунок 2. Ударная полярю при $\gamma=1.4$, число Маха изменяется от 2 до 5 с шагом 0.2

Если скачок задан углом разворота потока β , то удобнее решать уравнения (13), (15) численно, хотя существует кубическое уравнение относительно J , явно связывающее J - β . Для каждого β получается два решения для скачков: со сверхзвуковым течением за ним и с дозвуковым. Отношение переменных на скачке можно записать только с помощью интенсивности J и обобщенной адиабаты E

$$M_2^2 = \frac{M^2 - (1-E)(J+1)}{EJ}, \quad (16)$$

отношение температур

$$\frac{T_2}{T} = EJ, \quad (17)$$

отношение скоростей звука

$$\frac{a_2}{a} = \sqrt{EJ}, \quad (18)$$

коэффициент восстановления полного давления

$$I_0 = \frac{P_{02}}{P_{01}} = (E^\gamma J)^{\frac{-1}{\gamma-1}}, \quad (19)$$

отношение плотностей

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{1}{E}. \quad (20)$$

Записанные в таком виде соотношения справедливы для любых типов волн: простых, ударных и детонационных. Если вместо E в соотношения (16)—(20) подставить уравнения адиабаты Лапласа-Пуассона (7), то получим соотношения для простых и центрированных изоэнтропических волн. Если подставить адиабату Рэнкина-Гюгонио (10), то получим уравнения для ударных волн. Все переменные за скачком в уравнениях (16)—(20) монотонно изменяются в зависимости от интенсивности скачка J .

2. Результаты анализа ударных поля

На рисунках 2—5 представлены ударные поля для разных γ , при $M=2-5$. Меньшая поляра соответствует меньшему числу Маха.

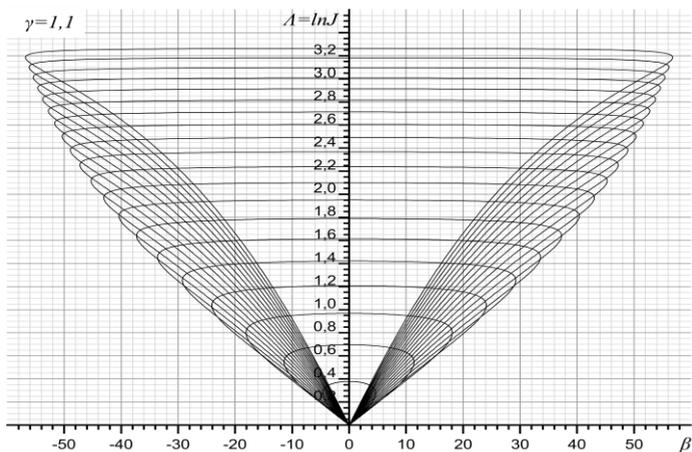


Рисунок 3. Ударная поляра при $\gamma=1.1$, число Маха изменяется от 2 до 5 с шагом 0.2

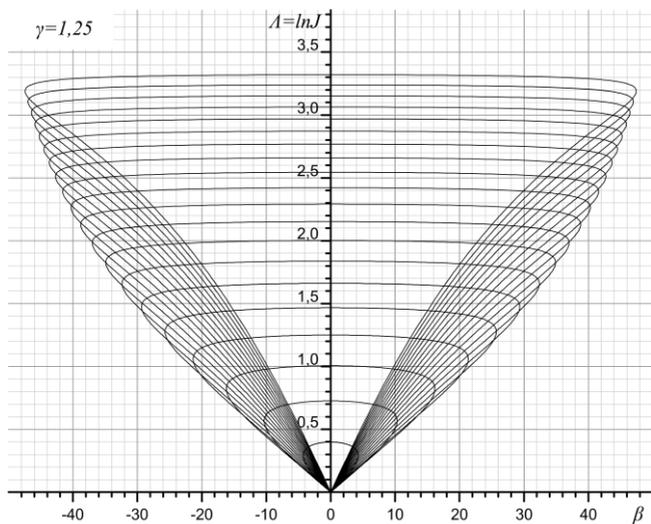


Рисунок 4. Ударная поляра при $\gamma=1.25$, число Маха изменяется от 2 до 5 с шагом 0.2

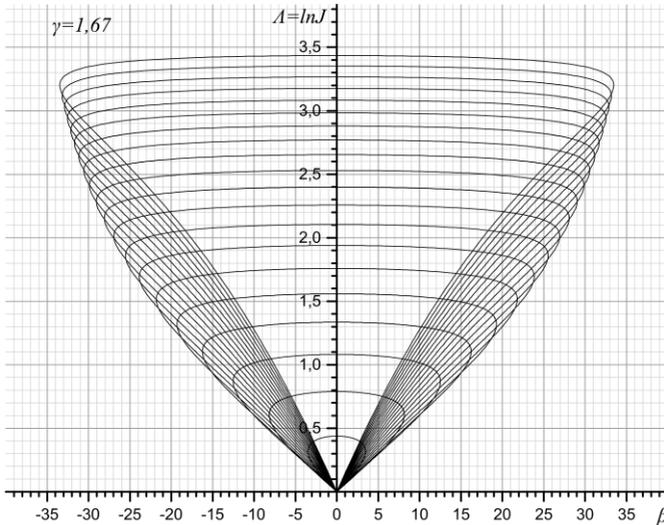


Рисунок 5. Ударная поляра при $\gamma=1,67$, число Маха изменяется от 2 до 5 с шагом 0.2

Часто возникает практически значимая задача затормозить поток до скорости меньше скорости звука, поэтому полезно уметь по заданному числу M набегающего потока вычислять интенсивность скачка, за которым $M=1$

$$J_s = \frac{M^2 - 1}{2} + \sqrt{\left(\frac{M^2 - 1}{2}\right)^2 + \varepsilon(M^2 - 1) + 1}. \quad (21)$$

Актуальной является и обратная задача — вычисление по заданной интенсивности скачка числа Маха набегающего потока, при котором течение за скачком становится звуковым

$$M_s = \sqrt{1 + \frac{J^2 - 1}{J + \varepsilon}}. \quad (22)$$

Если течение за присоединенным к клину скачком дозвуковое, то размеры клина влияют на течение у его вершины.

Для каждого M и γ существует предельный угол β , на который косой скачок способен отклонить поток. Следовательно, картина

течения, изображенная на рисунке 1b возможна только при небольших углах клина β . Если же он превышает некоторое предельное для данного M значение, которое принято обозначать β_1 , то образуется отошедший криволинейный скачок уплотнения (рис. 6).

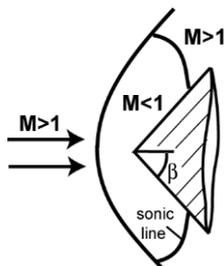
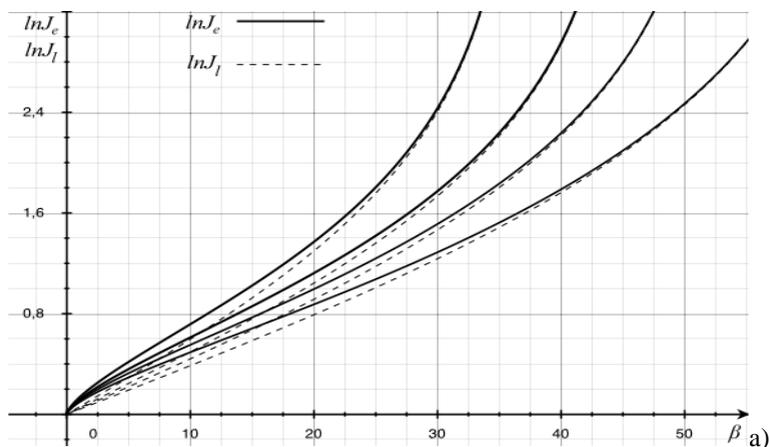


Рисунок 6. Картина течения при угле клина, большем β

Интенсивность скачка, способного развернуть поток на максимально возможный угол β_1 , выражается соотношением

$$J_1 = \frac{M^2 - 2}{2} + \sqrt{\left(\frac{M^2 - 2}{2}\right)^2 + (1 + 2\varepsilon)(M^2 - 1) + 2} . \quad (23)$$

Подставляя (23) в (15), получим значение предельного угла разворота потока. Соответственно, можно построить предельную полярю $J_1 - \beta_1$ (рисунок 7).



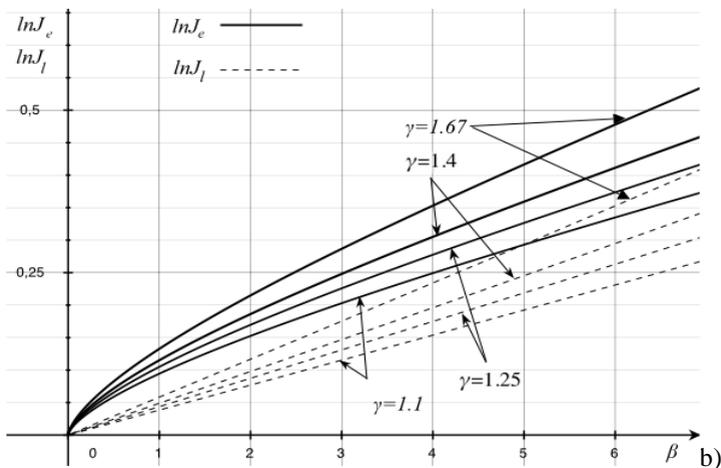


Рисунок 7. Зависимости для предельного угла отклонения потока J_l - β_l и огибающей семейства поляр J_e - β_e

Точка на сердцевидной кривой, соответствующая J_l , делит поляру на две части. Часть кривой, лежащая ниже этой точки, соответствует присоединенным скачкам, часть, лежащая выше, отошедшим.

Предельный угол отклонения β_l растет с увеличением M и при $M \rightarrow \infty$ равняется 48.58° для $\gamma=1.4$ (рисунок 8).

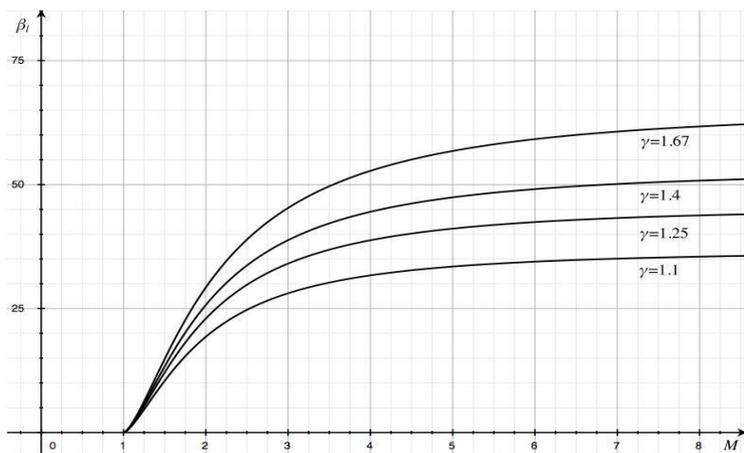


Рисунок 8. Зависимости для предельного угла отклонения потока J_l от числа Маха

Угол же наклона скачка σ_1 , при котором достигается предельный угол отклонения потока β_1 , зависит от числа Маха немонотонно.

Через произвольную точку координатной плоскости $\{J; \beta\}$ могут проходить две ударные поляры, соответствующие разным числам Маха, что определяет наличие огибающих ударных поляр ограничивающих на плоскости $\{J; \beta\}$ область, занимаемую ударными полярами при $1 < M < \infty$. В параметрическом виде уравнение огибающих имеет вид

$$J_e = M^2 - 1, \quad (24)$$

$$\operatorname{tg} \beta_e = \frac{M^2 - 2}{2 \sqrt{\left(1 + \frac{\gamma - 1}{2} M^2\right) \left(\frac{\gamma + 1}{2} M^2 - 1\right)}}. \quad (25)$$

Так как на скачках уплотнения $J > 1$, то из (24) следует, что ударные поляры при $M < 2^{1/2}$ не имеют огибающей. Угол поворота потока на скачке с интенсивностью J_e максимален по сравнению со всеми скачками той же интенсивности, возникающими в потоке с другими числами Маха. Огибающая показана на рисунке 7.

На любой поляре можно выделить особые точки e, s, l , причем всегда выполняется неравенство $J_e < J_s < J_l$.

Используя приведенные выше графики, можно решать графически задачи об интерференции газодинамических разрывов. Продемонстрируем это на примере пересечения двух скачков уплотнения одного направления (рисунок 9).

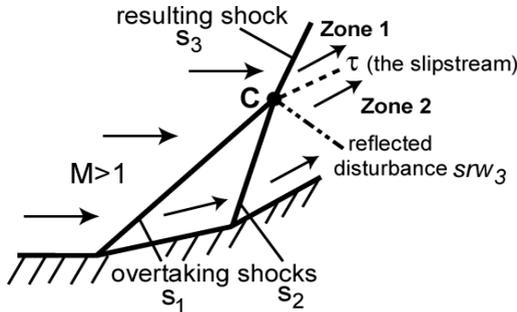


Рисунок 9. Пересечение двух скачков (s_1 и s_2) одного направления с образованием третьего результирующего скачка s_3

Этому случаю на плоскости ударных поляр соответствует пересечение двух ударных поляр (рисунок 10). На основной поляре, соответствующей числу Маха M , отмечается точка с координатами Λ_1 - β_1 . Из этой точки выпускается вторая ударная поляра, построенная по числу Маха за скачком s_1 . Поляры пересекаются в точке 1—3, координаты которой определяют интенсивности Λ_2 , Λ_3 и углы разворота потока β_2 , β_3 для скачков s_2 , s_3 .

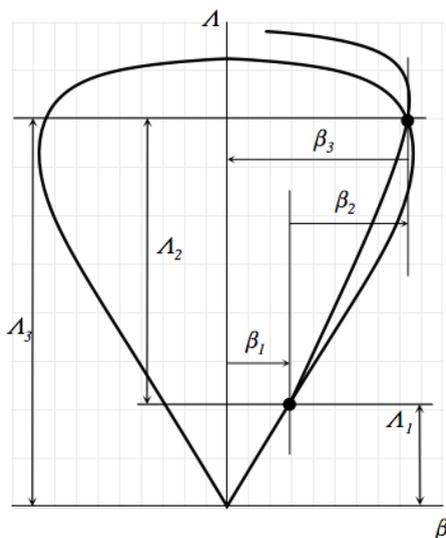


Рисунок 10. Решение на плоскости поляр задачи об интерференции двух скачков уплотнения одного направления

Заключение

Приведены универсальные формулы для расчета параметров за скачком, записанные с помощью обобщенной адиабаты, применимые также для простых волн и детонационных волн (при использовании соответствующих выражений для адиабаты). Эти формулы позволяют вычислить параметры скачка, если известно значение хотя бы одной газодинамической переменной за ним.

Если известны параметры потока перед скачком и интенсивность скачка, то данные уравнения позволяют вычислить все параметры за скачком. Результаты расчетов зависимости важнейших характеристик скачков от числа Маха и показателя адиабаты потока приведены в удобной для непосредственного использования форме.

Рассматривая точки пересечения поляр, построенных при разных числах Маха, можно находить параметры скачков в соответствующих ударно-волновых структурах

Список литературы:

1. Архипова Л.П., Усков В.Н. 2012. “Отражение Центрированной Волны Разрежения Римана Со Сверхзвуковым Задним Фронтом От Твердой И Гладкой Стенки.” Вестник СПбГУ. Серия 1 (Вып. 4): — С. 62—67.
2. Архипова Л.П., Усков В.Н. 2013. “Универсальное Решение Задачи Об Отражении Одномерных Бегущих Волн От Твердой Поверхности И Их Анализ Для Волн Уплотнения.” Вестник СПбГУ. Серия 1 (Вып. 2): — С. 77—81.
3. Усков В.Н., Карасев К.А. 2003. “Критериальные Интенсивности При Интерференции Прямого Скачка Уплотнения И Встречной Ударной Волны.” Сб. “Наука и технологии”. — С. 4—11.
4. Усков В.Н., Мешков В.Р., Омельченко А. В. 2002. “Взаимодействие Скачка Уплотнения Со Встречной Волной Разрежения.” Вестник СпбГУ. Сер. 1 (Вып. 2).
5. Усков В.Н., Мостовых П.С. 2008. “Тройные Конфигурации Бегущих Ударных Волн В Потоках Невязкого Газа.” ПМТФ. Т. 49(№ 3): — С. 3—10.
6. Усков В.Н., Омельченко А.В. 2002. “Интерференция Нестационарных Косых Ударных Волн.” Письма в ЖТФ. Т. 28 (№ 12): — С. 5—12.
7. Усков В.Н. Интерференция стационарных газодинамических разрывов/ “Сверхзвуковые Газовые Струи”. - Новосибирск: ИТПМ, 1983. — С. 22—46.
8. Усков В.Н. Ударные волны и их взаимодействие. - Л.: ЛМИ, 1980. — 88 с.
9. Усков В.Н., Адрианов А.Л., Старых А.Л. Интерференция стационарных газодинамических разрывов. Новосибирск: ВО “Наука”. Сибирская Издательская Фирма. 1995. — С. 180.
10. Усков В.Н., Тао Ган, Омельченко А.В. О Поведении Газодинамических Переменных За Косой Ударной Волной/ Сб. статей// Под. ред. В.Н. Ускова. 2002. — С. 179—191.
11. Усков В.Н., Чернышов М.В. Экстремальные ударно-волновые системы в задачах внешней аэродинамики // Теплофизика и аэромеханика. — Т. 21. — 2014. — № 1. — С. 15—31.
12. Billington I.I. (1955) An Experimental Study of One-Dimensional Refraction of a Rarefaction Wave at a Contact Surface. University of Toronto Institute for Aerospace Studies (UTIAS) Report № 32.
13. Billington I.I., Glass I.I. (1955) On the One-Dimensional Refraction of a Rarefaction Wave at a Contact Surface. University of Toronto Institute of Aerophysics (UTIA) Report № 31.

14. Bitondo D. (1950) Experiments on the Amplification of a Plane Shock Wave. University of Toronto Institute of Aerophysics (UTIA) Report № 7.
15. Bitondo D., Glass I.I., Patterson G.N. (1950) One Dimensional Theory of Absorption and Amplification of a Plane Shock Wave by a Gaseous Layer. University of Toronto Institute of Aerophysics (UTIA) Report № 5.
16. Bulat P.V., Uskov V.N., 2014. Shock and detonation wave in terms of view of the theory of interaction gasdynamic discontinuities. Life Science Journal, 11(8s): 307-310.
17. Busemann A. Gasdynamik, Handbuch der experimentellen Physik [Text] / A. Busemann. — Leipzig: Akademischer Verlag, — 1931. — Vol. IV, — Part. 1. — 394 s.
18. Busemann A. Hodographmethode der Gasdynamik [Text] / A. Busemann // ZAMM. — 1937. — Vol. 17, — Issue 2. — P. 73—79.
19. Busemann A. Verdichtungsstöße in ebenen Gasströmungen. Vorträge aus dem Gebiet der Aerodynamik, Aachen 1929 [Text] / A. Busemann; herausgegeben von A. Gilles, L. Hopf und Th. von Kármán. — Berlin: Julius Springer, 1930. — S. 162—169.
20. Courant R., Friedrichs K.O. (1948) Supersonic flow and shock waves. New York.
21. Ford C.A., Glass I.I. (1956) An Experimental Study of One-Dimensional Shock Wave Refraction. J. Aero. Sci. — Vol. 23, — № 2, — pp. 189—191.
22. Gould D.G. (1952) The Head-On Collision of Two Shock Waves and a Shock and Rarefaction Wave in One-Dimensional Flow. University of Toronto Institute of Aerophysics (UTIA) Report № 17.
23. Meyer Th. (1908) Ueber zweidimensionale Bewegungsvorgänge in einem Gas, das mit Ueberschallgeschwindigkeit strömt // Forschungsheft des Vereins deutscher Ingenieure, Bd. 62, — S. 31—67.
24. Molder S. (1960) Head-on interaction of oblique shock waves. University of Toronto Institute for Aerospace Studies (UTIAS) Technical Note № 38. September.
25. Nicholl C.I.H. (1951) The Head-On Collision of Shock and Rarefaction Waves. University of Toronto Institute of Aerophysics (UTIA) Report № 10.
26. Schardin H. (1932) Physik. Zeits. 33, 60.
27. Silnikov M.V., Chernyshov M.V., Uskov V.N. Analytical solutions for Prandtl-Meyer wave — oblique shock overtaking interaction // Acta Astronautica. — 2014. — Vol. 99. — Pp. 175—183.
28. Taub A.H. (1947) Refraction of Plane Shock Waves. Physical Review. Vol. 72. № 1. July 1.
29. Uskov V., Chernyshov M. 2013. “The Interaction of Prandtl-Meyer Wave with the Oblique Shock of the Same Direction.” Journal of Energy and Power Engineering. Vol. 4(№ 6): — P. 21.

30. Uskov V.N., Bulat P.V., Arkhipova L.P. Gas-dynamic Discontinuity Conception. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, — 2014, — Vol. 8, (22). — p. 2255—2259.
31. Uskov V.N., Chernyshov M. V. 2010. “Analytical Solutions for Overtaking Prandtl-Meyer Wave — Oblique Shock.” 19th International Shock Interaction Symposium. — P. 4.
32. Uskov V.N., Chernyshov, M.V. Extreme shockwave systems in problems of external supersonic aerodynamics // Thermophysics and Aeromechanics. — Vol. 21. — 2014. — № 1. — p. 15—30.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СУХОГО ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Щипанов Анатолий Владимирович

*канд. техн. наук, доцент
Тольяттинского государственного университета
РФ, г. Тольятти*

E-mail: AVSH07@yandex.ru

E-mail: profit.tur@yandex.ru

ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF DRY ELECTROSTATIC COOLING WHEN MILLING

Anatoliy Shchipanov

*PhD, assistant professor of Togliatti State University
Russia, Togliatti*

АННОТАЦИЯ

В статье оценена возможность применения сухого электростатического охлаждения при фрезеровании. Проведены исследования зависимости режима обработки на износ фрезы.

ABSTRACT

In article possibility of application dry electrostatic cooling at milling. Researches of influence of a cutting conditions on tool wear milling cutter are conducted.

Ключевые слова: фрезерование; сухое электростатическое охлаждение; режимы резания; износ режущего инструмента.

Keywords: milling; dry electrostatic cooling; cutting conditions; tool wear.

Одним из наиболее эффективных путей решения задачи повышения износостойкости режущего инструмента является применение смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС). В основном используют жидкие средства. Однако показали свою эффективность и другие виды СОТС, в частности ионизированная газовая среда — метод сухого электростатического охлаждения (СЭО). Результаты проведенных исследований [3; 4; 6] говорят о возможности повышения износостойкости режущего инструмента без применения СОЖ. При фрезеровании потребляется, как правило, значительное количество СОЖ, поэтому исследования возможности замены СОЖ на экологически чистые методы охлаждения зоны резания при сохранении работоспособности инструмента весьма интересны. Применение СЭО позволяет снизить силы резания [2; 5], что также важно при фрезеровании, характеризующемся значительными динамическими нагрузками.

Известно, что износостойкость металлорежущего инструмента является, пожалуй, самой главной его характеристикой, определяющей область его оптимального применения, поэтому было исследовано влияние метода охлаждения на износостойкость режущего инструмента при фрезеровании.

Обработка велась торцовой фрезой. Инструмент: фреза торцовая сборная с механическим креплением пластин, диаметр $D = 63$ мм, число зубьев — 6. Материал пластин — твердый сплав Т14К8. Обработываемый материал — сталь 19ХГН.

В качестве критерия износа принята величина $h_z = 0,8$ мм (общий износ задней поверхности зуба фрезы)

Режимы резания варировали следующим образом: скорость резания $V = 40 \dots 200$ м/мин, подача на зуб $s_z = 0,02 \dots 0,2$ мм/зуб, глубина резания $t = 0,5 \dots 4$ мм.

Обработка велась без использования СОТС, всухую и с применением ионизированной воздушной среды. Учитывая, что основной износ режущего инструмента при обработке торцовой фрезой наблюдается на задней поверхности зуба, то подачу ионизированного воздуха осуществлялась со стороны задней поверхности. Расстояние от торца сопла установки СЭО до режущей пластины $l = 5$ мм.

Режим работы установки ионизации воздушной среды выбран по рекомендациям [1], диаметр сопла $d = 4$ мм, давлением воздуха $P = 0,4$ МПа вылет иглы $a = 0,8$ мм.

Результаты влияния вида охлаждения и режимов резания представлены на рисунках 1,2,3.

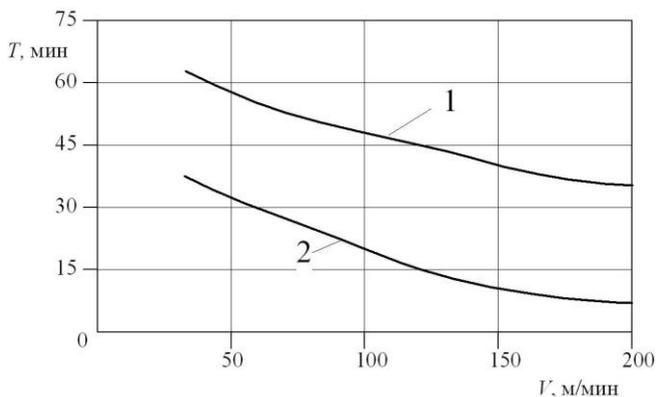


Рисунок 1. Зависимость стойкости инструмента от скорости резания: 1 — обработка с СЭО; 2 — обработка в сухую

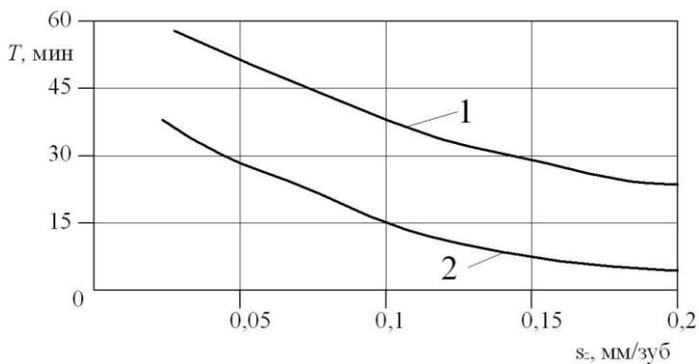


Рисунок 2. Зависимость стойкости инструмента от подачи: 1 — обработка с СЭО; 2 — обработка в сухую

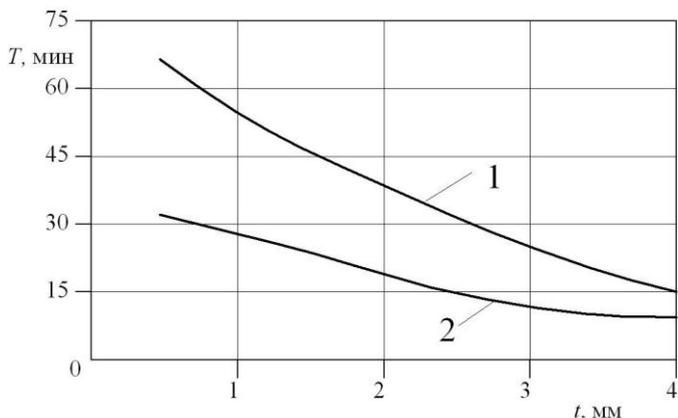


Рисунок 3. Зависимость стойкости инструмента от глубины резания: 1 — обработка с СЭО; 2 — обработка в сухую

Результаты экспериментов показывают эффективность СЭО при фрезеровании. Наблюдается повышение стойкости инструмента в 2...4 раза при изменении скорости резания на всем исследуемом диапазоне. Особенно видна эффективность использования ионизированной среды при высоких скоростях резания, когда стойкость повышается в четыре раза по сравнению с обработкой без использования СОТС.

Стойкость инструмента повышается примерно в два раза при использовании СЭО в зависимости от подачи.

Анализ зависимости стойкости фрезы от глубины говорит об эффективности СЭО при небольших глубинах резания, с увеличением глубины резания эффективности использования ионизированной воздушной среды значительно снижается.

Таким образом, можно сделать вывод о перспективности использования СЭО при фрезеровании, так как результате его использования заметно повышается износостойкость режущего инструмента.

Список литературы:

1. Васькин К.Я. Определение оптимальных параметров работы установки сухого электростатического охлаждения. Технические науки от теории к практике. — 2014. — № 31. — С. 22—26.
2. Васькин К.Я. Влияние ионизированного воздуха на силы резания при точении. Сборник научных трудов Sworld. — 2013. — Т. 6. — № 4. — С. 52—55.

3. Васькин К.Я. Повышение эффективности токарной обработки заготовок с износостойкими покрытиями путем сухого электростатического охлаждения: дисс. ... канд. тех. наук: 05.03.01 Тольятти, 2005. — 218 с.
4. Васькин К.Я. Применение сухого электростатического охлаждения при точении заготовок с покрытиями. Сборник научных трудов Sworld. — 2013. — Т. 6. — № 4. — С. 91—94.
5. Хрипунов Н.В. Трибологические аспекты процесса сухого электростатического охлаждения. Технические науки — от теории к практике. — 2014. — № 33. — С. 96—100.
6. Щипанов А.В. Оценка влияния сухого электростатического охлаждения на износостойкость зубообрабатывающего инструмента. Технические науки — от теории к практике. — 2014. — № 35. — С. 36—41.

СЕКЦИЯ 4.

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

ЗООМОРФНАЯ СИМВОЛИКА В ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ОРИЕНТАЦИИ В ПРОСТРАНСТВЕ ПАЛЕОЛИТИЧЕСКОГО ЧЕЛОВЕКА В ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЕ

Карелин Владислав Георгиевич

*канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник,
ОАО «ВНИИМТ»,
РФ, г. Екатеринбург
E-mail: karelin@lab62.vniimt.ru*

ZOOMORPHIC SYMBOLICS IN FIGURAL NAVIGATION SYSTEM IN SPACE OF A PALEOLITHIC HUMAN IN WESTERN EUROPE

Vladislav Karelin

*candidate of Technical Sciences,
senior Research Scientist, OJSC Scientific-Research Institute
of Metallurgical Heat Engineering “VNIIMT”,
Russia, Ekaterinburg*

АННОТАЦИЯ

В статье изложен принципиально новый взгляд на функционирование в палеолите зооморфной символической системы в настенном искусстве Западной Европы. Потребность в создании такой системы была вызвана необходимостью усовершенствовать способность человека палеолита ориентироваться в пространстве при передвижении на большие расстояния. Изображения мамонта, бизона и лошади являлись символическими маркерами, путевказателями, содержащими понятия «перевал-направление на перевал».

ABSTRACT

A fundamentally new way of view on functioning in the paleolithic zoomorphic symbolic system in the wall art of Western Europe is described in the article. The necessity in such a system was caused by the need to improve a paleolithic person's ability to navigate in space when traveling in long distances. Images of mammoth, bison and horses are symbolic markers of path pointers containing the concept of "pass-the direction to the pass".

Ключевые слова: зооморфная символика; палеолитическое искусство; Западная Европа, ориентация в пространстве; мамонт; бизон; лошадь; маркеры; путеуказатели; визуальные понятия «перевал-направление на перевал».

Keywords: zoomorphic symbolic; paleolithic art; Western Europe; navigation in space; mammoth; bison; horse; markers; path pointers; visual concepts "pass-the direction to the pass".

*«Весь мир смотрит на то, на что
смотрю я, но никто не видит
того, что я вижу»
Ламенис*

За время, прошедшее со дня открытия Marcelino de Sautuola настенного палеолитического искусства в Altamira, в Западной Европе обнаружили более 300 мест с различными изображениями. Найдены рисунки, гравировки, скульптура. Такие произведения обнаружены как в темных пещерах, так и на открытом воздухе. Установлено, что тематика изображений в пещерах и на открытом воздухе одинакова. Высказаны более десятка различных гипотез целей палеолитического искусства. Однако до сих пор не получено убедительного ответа на вопрос «зачем» появилось палеолитическое искусство. Более того Clottes J. считает, что «бесполезно искать смысл в древнекаменном искусстве». Sieveking A. утверждает: «Вполне возможно, что мы так никогда и не узнаем значения росписей, созданных в эпоху палеолита». Jonson P. однозначно утверждает, что цель палеолитического искусства «мы не знаем и мы никогда не узнаем».

Тем не менее имеется шанс ответить на поставленный выше вопрос. Leroi-Gourhan A. сформулировал важную гипотезу о том, что изображения животных в пещерах были не просто образами реальных животных, но и символами определенных идей, сформулированных человеком каменного века. По его мнению организация изображений в пещерах представляет собою четко оформленную семантическую

систему предназначенную для коммуникации между людьми палеолита [4]. Такую мысль поддержал Sauvet G., считая, что палеолитическое искусство является знаковой системой, своего рода языком, который служил для коммуникаций между людьми посредством своеобразного канала, отличного от обычной речи [5]. Однако конкретные коды и содержательные формы, декларируемые этими французскими авторами коммуникационной системы, остались не раскрытыми. Указанные авторы ограничились общими соображениями о религиозных обрядах, проводимых в пещерах, и записи мифов (мифографии) в форме образов искусства. Тем не менее, соображения высказанные Leroi-Gourhan A. и Sauvet G., послужили одной из отправных точек в наших разысканиях.

В нашей работе [1] была высказана и подтверждена гипотеза о том, что в период неолита на Среднем и Южном Урале функционировала знаковая система на наскальных писаницах на открытом воздухе, которая в виде знаков содержала информацию об удобных местах переходов из долины одной реки в другую, соседнюю, через перевальный участок, их разделяющий. На Урале в период неолита древний человек использовал своеобразную путевказательную знаковую визуальную коммуникационную систему, элементы которой являлись маркерами, указателями при передвижении в пространстве. Нами показано, что комплексная визуальная фигура, состоящая из полутора десятка знаков и расположенная на скале «Двуглазый Камень» на реке Нейва, является древней схемой (каменной картой) верховьев реки Нейва [2]. Ряд знаков (треугольники, углы, дуги и т. п.) на уральских «писаницах» подобны знакам, встречающимся на каменных стенах палеолитических пещер Западной Европы. Это позволило нам высказать мысль о том, что они (знаки) в Западной Европе также являются символическими маркерами, помогающими древнему человеку ориентироваться в пространстве. В этой настенной палеолитической системе ранее геометрических символов широко использовались и зооморфные изображения, которые по нашему мнению также играли роль путевказателей [3].

В глубокой древности человек перемещался в пространстве в основном по рекам. Система рек, стекающих с Центрального массива во Франции в западном направлении, представляет своеобразный «веер». Река Dronne течет в юго-западном направлении. А река Dordogne и правые притоки (Lot, Aveyron, Tarn) реки Garonne имеют направление примерно на запад. Поэтому, чтобы древнему человеку добраться от истоков реки Dronne до района среднего течения реки Dordogne, приходится спуститься по рекам Dronne и Isle, а затем

подняться вверх по реке Dordogne. При этом преодолев расстояние по рекам в два раза большее, чем по прямой линии. Со временем древний человек осознал такую ситуацию. И начал поиск более короткого пути, преодолевая пешком водораздельные участки между реками Dronne, Isle, Vezere, Dordogne. После отыскания таких коротких прямых путей потребовалось каким-то образом промаркировать эти пешие пути, обозначить точки на местности, от которых было удобно перейти в нужном направлении из долины одной реки в другую, соседнюю. И тогда древний человек изобрел информационную систему, позволяющую с помощью маркеров-указателей передавать знания о коротких перевальных путях всем своим сородичам бесконтактным визуальным способом в виде зооморфных изображений, фиксируемых на каменных поверхностях на открытом воздухе и в пещерах.

В основу такой информационной системы были положены зооморфные изображения различного вида, которые символизировали понятие «перевал», воспринимаемый как понижение между двумя соседними вершинами, и символов, характеризующих направление движения на «перевал».

Для отображения понятия «перевал» древний человек стал использовать изображение мамонта. Человек палеолита охотился на мамонта и прекрасно различал детали его массивного туловища. И по подобию совместил общий вид перевала, как понижение между двумя соседними вершинами, с частью дорсальной линии мамонта — от головы через резкое понижение до спины. В итоге мамонт в целом стал восприниматься символом перевального участка. Палеолитический человек стал изображать мамонта в качестве указателя пути к перевалу в соседнюю долину реки. Полноплановые изображения мамонта находятся в большом количестве в палеолитических пещерах Западной Европы. Центром символического содержания у мамонта была указанная выше часть дорсальной линии голова-спина. Со временем вместо полной фигуры мамонта стали изображать только часть тела мамонта, которая содержала эту линию. Достаточно было отразить главный смысловой элемент фигуры мамонта, а остальные детали тела мамонта уже не имели существенного значения. Поэтому в пещерном искусстве встречаются именно такие неполные изображения мамонта. В более позднее время человек произвел дальнейшее упрощение и вместо части фигуры мамонта стал использовать знак в виде углообразной линии, отображающей именно эту указанную выше часть дорсальной линии голова-спина у мамонта. Таким образом

изображение мамонта было символическим указателем пути в перевалу.

Но в каком направлении следовало двигаться к перевалу от места, где был изображен мамонт? Для конкретизации направления движения на перевал палеолитический человек использовал изображения бизона и лошади. Характерная линия горба бизона воспринималась древним человеком как подобная дугообразной линии дневного движения солнца по небосводу и стала символизировать южное направление движения на перевал. А в целом фигура бизона стала символом южного направления. У лошади весьма характерной частью тела является голова, ориентированная вниз. Нижняя линия морды лошади представляет собою кривую линию в виде дуги, изгиб которой расположен в нижней части. В восприятии палеолитического человека эта линия морды лошади стала символизировать направление противоположное линии движения солнца по небосводу — то есть северное направление. А собственно фигура лошади стала символом северного направления. Таким образом бизон и лошадь, а позднее дуги с изгибом, расположенным сверху или внизу, представляли собою бинарную оппозицию: юг-север. Со временем изображения бизона и лошади стали упрощаться: вместо полного изображения стали отображать только их характерные части: у лошади — голова, у бизона — голова с горбом спины. В конечном итоге вместо лошади стали отображать дугу с изгибом внизу, а вместо бизона — дугу с изгибом сверху. На этом этапе произошел переход от рисунка к знаку, что значительно упростило нанесение информации на каменные поверхности и привело к закату палеолитического рисуночного искусства.

Логично считать, что совместное изображение мамонта и лошади или мамонта и бизона, будет составлять законченное информационное сообщение: «перевал на севере» или «перевал на юге». Сочетания «мамонт-лошадь (или голова лошади)» найдены на плитке известняка под навесом Laugerie-Haute, на блоке известняка в гроте La Marche, на гальке, найденной у скалы La Colombiere и др. В настенном пещерном искусстве сочетание «мамонт-лошадь» встречается в ряде пещер (Placard, Les Combarelles I, Font de Gaume и др.). В ряде случаев лошадь изображена непосредственно на изображении мамонта (Font de Gaume, Les Combarelles I, Arcy-sur-Cure). Пара «мамонт-бизон» известна также в ряде пещер (Bernifal, Rouffignac и др.). А в нескольких пещерах совмещены изображения мамонта и бизона (Font de Gaume, Les Combarelles I, Deux-Ouvertures и др.).

Следует отметить любопытный факт объединения на полном изображении мамонта знаков в пещере Rouffignac. На теле мамонта изображен угол и дуга с изгибом вверх. Такой комбинацией изображения мамонта и знаков дважды подчеркивает символическое понятие «перевал-юг». Скорее всего знаки наносились позднее уже на существующее изображение мамонта.

Используя зооморфную логику изображений, сделанных рукою палеолитического человека на стенах пещер и символизирующих понятие «перевал-направление на перевал», можно с достаточной степенью уверенности сделать следующие предположения.

Носорог в палеолитическом искусстве был символом островершинной конусообразной горы. Острый рог носорога по подобию отражал такую гору. Палеолитические изображения носорога найдены в пещерах Chauvet, Arcy-sur-Cure, Rouffignac, Vau-Baho, Cussak, Les Combarelles и др. Здесь следует отметить следующий факт: если на западных склонах Центрального массива найдены одиночные изображения носорога, то в восточных районах обнаружены рисунки нескольких носорогов, изображенных рядом, что является естественным в более горной местности. Отметим также, что если уже в знаковой системе вместо мамонта изображали углообразную линию с углом, расположенным внизу, то носорога изображали углообразной линией с углом, расположенным вверх.

Среди пещерных палеолитических изображений встречаются тектиформы. Скорее всего конкретная тектиформа является визуальным отображением определенной скалы, которую следовало отыскать при передвижении по некоторому маршруту и на которой находится пещера с изобразительной информацией для дальнейшего пути. Например, тектиформа, изображенная в пещере Lascaux в виде прямоугольника с горизонтальными и вертикальными линиями в значительной мере близка к внешнему виду скал около Les Eyzies. Или три рядом изображенных тектиформы в пещере Altamira соответствуют трем вертикальным скалам на побережье моря в районе пещеры Pena del Perro.

Следует также отметить удивительное сближение изображения руки (кисть с пятью пальцами) красного цвета в пещере Lascaux с пятью большими петлями русла реки Vezere на участке от пещеры до устья реки Veune в районе Les Eyzies, как рекомендации двигаться вниз по течению реки на расстояние, ограниченное только пятью большими петлями реки.

На скале Poisson, расположенной на правом берегу реки Vezere в районе Les Eyzies, на потолке имеется изображение рыбы, которое,

возможно, имело следующее символическое содержание: следует плыть (собственно изображение рыбы) вверх по течению реки (рыба изображена на потолке, вверху).

В значительном числе французских пещер с палеолитическими рисунками одновременно находятся попарные изображения «мамонт-бизон» и «мамонт-лошадь». В этом нет ничего противоречивого. Конкретная пещера была промежуточным пунктом глобального передвижения людей в направлении примерно север-юг и наоборот. Поэтому каждый путник в зависимости от его направления перемещения выбирал нужные ему смысловые изображения.

В завершении следует отметить, что, пожалуй, самым грандиозным и эффектным является комплекс зооморфных изображений в пещере Rouffignac, который по сути является каменной картой обширного района (впрочем об этом речь следует вести отдельно).

Таким образом, настенное палеолитическое искусство в Западной Европе возникло как потребность людей бесконтактным визуальным способом в форме зооморфных маркеров, путеуказателей передавать информацию об удобных путях перемещения в пространстве, а исчезло в итоге упрощения и замены зооморфных изображений сначала на части последних, а затем на знаковую систему.

Изложенные выше соображения представляют собою только первый, начальный шаг в решение проблемы семантики рисуночных и знаковых изображений в палеолитических пещерах Западной Европы. В настоящей статье предложено, обозначено направление пути решения указанной проблемы.

Список литературы:

1. Карелин В.Г. Путеводная гипотеза семантики уральских писаниц // Наскальное искусство в современном обществе, т. 2. Кемерово, 2011. — с. 37—44.
2. Карелин В.Г. Каменная «картосхема» верховьев реки Нейвы // Девятые Татищевские чтения. Екатеринбург, 2012. — с. 329—334.
3. Карелин В.Г. Семантическая общность древнего искусства: от палеолита до уральских писаниц // II международная научная конференция: История и археология. Пермь, 2014. — с. 80—82.
4. Leroi-Gourhan A. L'art pariétal. Langage de la préhistoire. Grenoble, 1992. — p. 420.
5. Sauvet G. La communication graphique paleolithique // Antropologie, — 1988. — т. 92 — № 1 — p. 3—15.

**ТЕХНОЛОГИЯ САМОПРОЕКТИРОВАНИЯ
КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ
«АКАДЕМИЧЕСКОГО БАКАЛАВРА»
ЭКОНОМИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ**

Кошевая Наталья Сергеевна

старший преподаватель кафедры «Математика и ИТ»

Сочинского филиала РУДН в г. Сочи,

РФ, г. Сочи

E-mail: natysik-1969@mail.ru

**SAMOPROEKTIROVANIYA TECHNOLOGY AS A TOOL
FOR THE FORMATION OF PROFESSIONAL
COMPETENCE "ACADEMIC BACHELOR"
ECONOMIC DIRECTION**

Natalia Koshevaya

senior Lecturer of the Department "Mathematics and IT"

Sochi branch of People's Friendship University in Sochi,

Russia, Sochi

АННОТАЦИЯ

Автором данной статьи рассматривается технология самопроектирования посредством спецкурса, где представляет эффективную методическую работу для формирования профессиональной компетентности «академического бакалавра» экономического направления в системе математической подготовки.

ABSTRACT

The author of this article considers the technology samoproektirovaniya through a special course where is the effective methodical work for the formation of professional competence "academic Bachelor" of economic trends in the mathematical training.

Ключевые слова: технология самопроектирования; квазипрофессиональная деятельность; деловая игра; самостоятельная деятельность студента; самоорганизация; саморегулирование; саморефлексия.

Keywords: technology samoproektirovaniya; kvaziprofessionalnaya activity game business; independent activity of students; self-organization; self-regulation; self-reflection.

Современное общество выдвигает новые требования к системе профессионального образования, поэтому основной задачей современных вузов является подготовка специалистов экономического направления способных к конкуренции в сфере профессиональной деятельности.

Конкурентоспособным является специалист, который уверенно входит в самостоятельную трудовую деятельность и в котором заложены основы построения успешной карьеры. Система высшего профессионального образования должна обеспечить подготовку молодых специалистов с перечисленными характеристиками.

В условиях вузовской подготовки процесс формирования специалистов осуществляется не только при традиционном подходе в обучении, а также при помощи процессов самости при постоянном самопроектировании.

В связи с этим нами разработана модель самопроектирования профессиональной компетентности «академического бакалавра» экономического направления в системе математической подготовки, которая базируется на реализации субъективно-контекстном подходе и принципах сформулированных на основе эмпирических закономерностях данного процесса. Содержание данной модели раскрывается через следующую структуру: цель, содержание, методы, формы и средства самопроектирования профессиональной компетентности «академического бакалавра» экономического направления в системе математической подготовки и результат, показывающий уровни сформированности профессиональной компетентности «академического бакалавра» экономического профиля в системе математической подготовки.

Функционирование педагогической модели осуществляется через *спецкурс «Самопроектирование профессиональной компетентности «академического бакалавра» экономического направления в системе математической подготовки».*

Спецкурс «Самопроектирование профессиональной компетентности «академического бакалавра» экономического направления в системе математической подготовки» проводится в 8 семестре и направлен на формирование профессиональной компетентности «академического бакалавра» экономического направления в системе математической подготовки через процесс самопроектирования.

Спецкурс процесса самопроектирования включает семинарские занятия, элементы деловой игры и самостоятельную и фрагментарно-исследовательскую работу студентов.

Семинарские занятия спецкурса предполагают использования умений, знаний и навыков, опыта деятельности приобретённых на курсах дисциплин математического и профессионального циклов решать на базе математической подготовки экономические задачи профессиональной направленности.

Деловая игра — форма моделирования в образовательном процессе предметного и социального содержания профессиональной деятельности. Одна из ведущих форм контекстного обучения, в деловой игре развёртывается квазипрофессиональная деятельность студентов по имитационно-игровой модели, отражающей содержание, технологии и динамику целостных фрагментов или всей профессиональной деятельности специалистов [1].

Квазипрофессиональная деятельность — форма организации деятельности студентов в условиях контекстного обучения, воспроизводящая условие, содержание, пространственно-временную динамику производства, отношения занятых в нём людей [1].

Самостоятельная деятельность студентов — это систематическая и управляемая преподавателем деятельность студентов, в процессе которой развиваются важные социальные и профессиональные качества будущих специалистов (академического бакалавра) [2].

Под фрагментарно-исследовательской деятельностью студентов будем понимать выполнение творческой деятельности направленной на решение поставленной задачи (самопроектирование профессиональной компетентности «академического бакалавра» экономического направления в системе математической подготовки) и подразумевает основные этапы исследования в соответствии с решаемым вопросом (постановка проблемы, сбор материала, его анализ и обобщение, подбор методик исследования и подведение итогов).

В данной статье мы хотели представить технологию самопроектирования как инструмент по формированию профессиональной компетентности «академического бакалавра» экономического направления в системе математической подготовки.

Технология самопроектирования профессиональной компетентности «академического бакалавра» экономического направления в системе математической подготовки предполагает: на базе математической компетентности решение экономических задач профессиональной направленности, реализацию взаимодействия студентов в процессе профессионально ориентированной индивидуальной

и коллективной деятельности, выполнение индивидуальных проектных работ экономического содержания на базе математической подготовки и включает в себя:

- методику подготовки математического аппарата в расчётно-экономических заданиях;
- методику проведения на практических занятиях спецкурса элементов квазипрофессиональной деятельности, направленной на усвоение опыта в профессиональной деятельности экономиста;
- методику подготовки материала по применению математического инструментария в решении экономических задач к публикации в научных изданиях;
- методику подготовки тем для презентаций о применении математического аппарата в решении экономических задач (по предложенным темам);
- методику формирования профессиональной компетентности «академического бакалавра» в процессе коммуникативного самоуправления на практических занятиях спецкурса.

Технология самопроектирования базируется на теоретическом положении трудов А.А. Ухтомского, основу которых составляет принцип общебиологической доминанты [4].

А.А. Ухтомский считал, что необходимо управлять этими доминантами, как в поведении, так и психическом развитии и разработал конкретные рекомендации по воспитанию и коррекции доминантного поведения.

Для этого необходимо создать три группы условий:

- *осознание* личностью целей, задач и возможностей своего развития и саморазвития;
- *участие* личности в самостоятельной творческой деятельности, обретение ею определенного опыта успеха и достижений;
- адекватные *стиль и методы* внешних воздействий, уклад окружающей среды (условия обучения и воспитания и жизнедеятельности [3, с. 211—212].

Технология самопроектирования, в рамках нашего исследования, рассчитана на построение обучения «от субъекта», что обеспечивает личностную заинтересованность в саморазвитии профессиональных качеств будущих экономистов через механизмы самоорганизации, саморегулирования и саморефлексии.

Технология самопроектирования профессиональной компетентности «академического бакалавра» в системе математической подготовки посредством механизма самоорганизации реализуется через способность студентов самостоятельно проектировать поле

индивидуальной учебной и исследовательской деятельности в рамках спецкурса поставленных задач. А именно, сортировать по математическим дисциплинам тексты экономических задач и решать их без руководства преподавателя, распределять роли в элементах деловой игры, подготавливать презентации по предложенным темам, выбирать и разрабатывать материал для публикации в научных изданиях.

Решение экономических задач осуществляется на базе знания математического материала следующих дисциплин: линейная алгебра, математический анализ, теория вероятностей и математическая статистика. Представим содержание основных тем, рассматриваемых в спецкурсе, данных дисциплин.

Линейная алгебра: Матрицы. Виды матриц. Действия над матрицами. Обратная матрица. Ранг матрицы. Определители. Методы нахождения определителей. Теорема Лапласа. Системы линейных уравнений. Методы решения СЛУ. Модель Леонтьева. Модель межотраслевого баланса.

Математический анализ: Функция. Свойства функции. Предел функции.

Дифференциальное исчисление функции одной переменной. Интегральное исчисление функции одной переменной. Дифференциальные уравнения. Числовые и степенные ряды.

Теория вероятностей и математическая статистика: Комбинаторика. Основные теоремы вероятности случайного события. Формула полной вероятности. Формула Байеса. Формула Бернулли при повторных независимых испытаниях. Выборочный метод. Точечное и интервальное оценивание. Проверка гипотез. Случайные величины их числовые характеристики.

Технология самопроектирования профессиональной компетентности «академического бакалавра» в системе математической подготовки посредством механизма саморегулирования реализуется через способность студентов «управлять собой» и своей деятельностью, т. е. самостоятельное регулирование системой конкретных мероприятий по индивидуальной схеме запланированной деятельности.

Технология самопроектирования профессиональной компетентности «академического бакалавра» в системе математической подготовки посредством механизма саморефлексии реализуется через способность студентов самодиагностики своей учебной и самостоятельно-исследовательской деятельности, самостоятельного планирования деятельности по корректировке и совершенствованию своей профессиональной компетентности в системе математической подготовки.

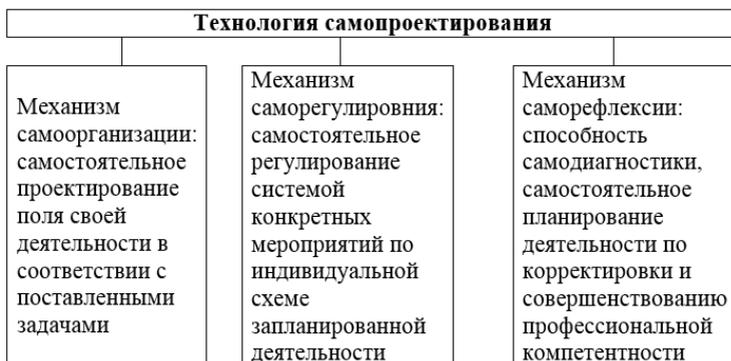


Рисунок 1. Технология самопроектирования профессиональной компетентности «академического бакалавра» экономического направления в системе математической подготовки

Данная технология разработана на базе междисциплинарных взаимодействий.

Педагогический инструментарий рассматриваемого процесса согласуется в соответствии с поставленными задачами и содержанием деятельности студентов в процессе самопроектирования. Каждой деятельности соответствует определённая методическая работа по организации и проведению.

Решение экономических задач профессиональной направленности в системе математической подготовки.

Доминирующей задачей данного вида деятельности является самопроектирование расчётно-экономической деятельности будущих «академических бакалавров».

В ходе решения экономических задач посредством математического аппарата предполагает общепрофессиональное развитие, которое включает в себя:

- способность самостоятельно осуществлять сбор, анализ и обработку данных необходимых для решения экономических задач профессиональной направленности на базе математической подготовки;
- способность самостоятельно выбирать математические средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, анализировать результаты расчётов и обосновывать полученные выводы.

Формирование перечисленных способностей осуществлялось непосредственно через аудиторные занятия: лекций, семинаров

и практических работ, а также внеаудиторных — в виде самостоятельных работ студентов.

Деловая игра в процессе самопроектирования обладает интегративным потенциалом, как имитационная форма профессиональной деятельности будущих экономистов. Деловая игра включает элементы профессиональной деятельности, моделирует систему профессиональных отношений и дискуссию по проблемным вопросам.

Поскольку в ходе деловой игры у студентов формируется целостное представление о профессиональной деятельности экономистов, поэтому доминирующей задачей для данной формы обучения является реализация механизмов профессиональной компетентности «академического бакалавра» экономического направления в системе математической подготовки.

Деловая игра в процессе самопроектирования обеспечивает переход от организации к самоорганизации и саморегулированию, а также использование накопленных математических знаний в квазипрофессиональной деятельности.

Роли и тематику деловой игры студенты распределяют самостоятельно.

Подготовка презентаций и разработка материалов для публикации по тематике «Применение математического инструментария в решение экономических задач».

Данный вид деятельности студентов предполагает самостоятельную и фрагментарно-исследовательскую работу вне аудитории, которая подразумевает способность сбора необходимой информации, включая различные источники: интернет-ресурсы, научные экономические журналы, информация СМИ, анализа и информационного обзора разработанного материала. Доминирующей задачей данных видов деятельности студентов является самопроектирование аналитической, научно-исследовательской деятельности.

Методическая работа строится на основе личностного включения студента в данные виды деятельности и индивидуальных возможностей.

Студентам для разработки предлагаются темы *«Применение математического инструментария в решение экономических задач»*. Студенты определяются с деятельностью, которые на их взгляд они способны выполнить:

- подготовить презентацию к защите по выбранной теме;
- разработать материал для публикации в научных журналах.

Помощь студентам осуществляется посредством проверки промежуточных результатов с последующими педагогическими консультациями.

Таким образом, технология самопроектирования предполагает методическую работу рассмотренной в данной статье, которая, на наш взгляд, способствует эффективному формированию профессиональной компетентности «академического бакалавра» экономического направления в системе математической подготовки.

Список литературы:

1. Вербицкий А.А., Ильязова М.Д. Инварианты профессионализма: проблемы формирования. Монография. М.: Логос, 2011. — 288 с.
2. Кошечкина Н.С. Педагогическая деятельность в организации самостоятельной работы студентов. // Материалы международной заочной конференции «Теоретические и практические аспекты развития науки» СПб. 2013 — С. 51—57.
3. Селевко Г.К. Что такое технология саморазвития школьников? // Воспитание в семье и в школе. 2000. К» 9. — С. 210—214.
4. Ухтомский А.А. Доминанта как фактор поведения. Собр. соч., т. 1. Л., 1950.

СЕКЦИЯ 5.

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ АНТИПСИХОТИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ НА ИММУНОМОРФОЛОГИЮ СЕЛЕЗЁНКИ

Волков Владимир Петрович

канд. мед. наук,

РФ, г. Тверь

E-mail: patowolf@yandex.ru

TO THE QUESTION OF INFLUENCE OF ANTIPSYCHOTIC THERAPY ON A SPLEEN IMMUNOMORPHOLOGY

Vladimir Volkov

candidate of medical sciences,

Russia, Tver

АННОТАЦИЯ

Морфометрическим методом изучено морфофункциональное состояние селезёнки при различных сроках антипсихотической терапии. При длительности лечения до полугода выявляются признаки угнетения иммунной функции селезёнки. Затем происходит стабилизации указанной функции. Приём антипсихотиков свыше пяти лет сопровождается резким угнетением как гуморального, так и, в меньшей степени, клеточного иммунитета.

ABSTRACT

The morphometric method studied a morphofunctional condition of a spleen at various terms of antipsychotic therapy. With treatment duration before half a year signs of oppression of immune function of a spleen become known. Then there is stabilization of the specified function. Reception of antipsychotics is followed over five years by sharp oppression as humoral, and, to a lesser extent, cellular immunity.

Ключевые слова: селезёнка; иммуноморфология; морфометрический метод, антипсихотики; побочное действие.

Keywords: spleen; immunomorphology; morphometric method; antipsychotics; side effect.

Психотропные препараты класса нейролептиков, или антипсихотиков (АП), обладают, помимо лечебного эффекта, широким спектром полиорганного побочного действия [2; 17], что делает правомерной концепцию «нейролептической болезни» [2].

Иммунная система в числе прочих также подвержена нежелательному повреждающему воздействию АП [5; 10]. Однако данный вопрос изучен явно недостаточно. В частности в доступной литературе не удалось найти сведений о морфологических изменениях иммунокомпетентных органов, в том числе селезёнки, в процессе антипсихотической терапии (АПТ).

Вместе с тем селезёнка является наиболее крупным периферическим органом иммунной системы [9; 14], главнейшая функция которого — формирование генерализованного иммунного ответа на воздействия различных патогенных факторов [13], что обеспечивает поддержание иммунного гомеостаза и, следовательно, необходимого уровня адаптационного потенциала организма (АПО) [5; 13].

Указанная функция обеспечивается соответствующими тканевыми и клеточными структурами селезёнки, сосредоточенными главным образом в её белой пульпе (БП), где находятся различные по клеточному составу зоны, отвечающие за гуморальный и клеточный иммунитет. Это соответственно лимфоидные фолликулы (ЛФ), в которых сосредоточены преимущественно В-лимфоциты, и периартериальные лимфоидные муфты (ПАЛМ), содержащие Т-лимфоциты [9; 11; 13; 16]. Перечисленные лимфоидные популяции под воздействием антигенной стимуляции осуществляют иммунный ответ гуморального (В-клетки) и/или клеточного типов (Т-клетки) [11].

Исходя из сказанного, можно предположить, что побочное повреждающее действие АП на иммунную систему должно вызвать определённые морфологические сдвиги в БП селезёнки, обеспечивающие соответствующее изменение иммунной функции этого органа. Однако, как уже указывалось, сведений подобного рода в литературе практически нет.

В целях восполнить, хотя бы частично, существующий пробел предпринято настоящее исследование.

Материал и методы

Изучены гистопрепараты селезёнки 56 психически больных (мужчин — 32, женщин — 24; возраст 25—57 лет), получавших на протяжении разного времени различные АП в дозах, соответствующих терапевтическому стандарту, нередко в комбинации друг с другом.

В зависимости от длительности АПТ материал разделён на пять групп (II—VI): группа II — продолжительность лечения до полугода (7 человек); группа III — приём АП от полугода до года (8); группа IV — срок терапии от одного года до пяти лет (13); группа V — лечение АП в течение шести-десяти лет (13), группа VI — АПТ свыше десяти лет (15 пациентов).

Группу сравнения (группа I) составили 58 умерших больных общесоматического стационара (мужчин — 32, женщин — 26; возраст 17 лет—72 года), которые были предметом одного из предыдущих исследований [4]. Полученные при этом средние величины показателей стандартизованы по возрасту и приняты за условную норму (УН).

У пациентов всех изученных групп отсутствовали патология иммунных и кроветворных органов, аллергические, хронические воспалительные, инфекционные и онкологические заболевания, гельминтозы, портальная гипертензия различного генеза, длительные экзогенные интоксикации, что верифицировано на аутопсии.

Парафиновые срезы ткани селезёнки окрашивались гематоксилином и эозином. Проведено морфометрическое исследование различных тканевых структур селезёнки с помощью разработанного оригинального собственного унифицированного алгоритма [3]. При этом на тканевом уровне определялось пять количественных параметров: методом точечного счёта [1] — площадь стромы ($S_{ст}$) и площадь БП ($S_{бп}$), выраженные в процентах; с помощью окуляр-микрометра — диаметр ЛФ ($D_{лф}$), диаметр их герминативных центров ($D_{гц}$) и ширина ПАЛМ ($L_{пм}$) в мм. Дополнительно в качестве промежуточного этапа измерялись толщина стенки центральной артерии ЛФ (L) и диаметр просвета сосуда (D).

Изучались шесть гистологических срезов с каждого объекта, измерения проводились в шести полях зрения каждого среза, с последующим нахождением средних величин указанных параметров. Как считается [9], этого количества наблюдений вполне достаточно для получения репрезентативных результатов.

Затем по соответствующим формулам [3] рассчитывались пять коэффициентов (индексов), с различных сторон характеризующих морфофункциональное состояние изучаемых тканевых структур

селезёнки: 1) процентное стромально-паренхиматозное соотношение (СПО), где условно в качестве «паренхимы» фигурирует БП; 2) фолликулярный коэффициент (ФК); 3) процентный герминативно-фолликулярный индекс (ГФИ); 4) лимфоидный коэффициент (ЛК) и 5) индекс Керногана (ИК), единственный, который заимствован из литературы [8].

Статистическая обработка полученных результатов проведена методами непараметрической статистики, положительно зарекомендовавшими себя при работе с небольшими по количеству выборками [7; 15], представленными параметрами живых объектов, крайне редко имеющих нормальное распределение [6; 15]. В частности при сравнении данных в изученных группах использовался U-критерий Манна-Уитни (автоматический компьютерный расчёт) с уровнем значимости $p=0,01-0,05$.

Результаты и обсуждение

Результаты проведённого исследования (табл.) выявляют определённые закономерности в динамике изменений иммуноморфологии селезёнки в ходе АПТ, касающихся всех изученных морфометрических параметров и рассчитанных на их основе коэффициентов.

Следует отметить, что полученные морфологические данные относительно селезёнки, отражающие динамику уровня неспецифической резистентности организма в процессе АПТ, согласуются с итогами более ранних наших исследований АПО, полученных с помощью анализа интегральных лейкоцитарных индексов и методом кардиоинтервалографии у пациентов при различных сроках приёма АП [5].

Таблица 1.

Иммуноморфологические параметры селезёнки при АПТ

| Г р у п п а | Показатели | | | | | Коэффициенты (индексы) | | | | |
|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | S _{ст} | S _{бп} | D _{лф} | D _{гц} | L _{пм} | СПО | ФК | ГФИ | ЛК | ИК |
| I | 16,4 5 6 | 19,2 2 4 6 | 0,466 2 4 5 6 | 0,175 2 4 5 6 | 0,178 5 6 | 81,9 2 4 5 6 | 0,47 2 4 5 6 | 35,6 4 5 6 | 2,56 4 6 | 0,64 5 6 |
| II | 17,1 5 6 | 16,1 1 4 5 | 0,341 1 4 5 | 0,104 1 4 5 | 0,172 5 6 | 104,2 1 4 6 | 0,26 1 4 5 | 33,5 4 6 | 2,41 4 6 | 0,63 5 6 |
| III | 16,8 5 6 | 18,9 2 4 6 | 0,512 2 4 5 6 | 0,210 2 4 5 6 | 0,189 2 5 6 | 86,8 2 4 5 6 | 0,51 2 4 5 6 | 40,0 2 4 5 6 | 2,67 2 4 5 6 | 0,66 5 6 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| IV | 16,8 5 6 | 21,8 1 2 3 5 6 | 0,5931 2 3 5 6 | 0,3161 2 3 5 6 | 0,181 5 6 | 72,1 1 2 3 5 6 | 0,66 1 2 3 5 6 | 49,3 1 2 3 5 6 | 3,22 1 2 3 5 6 | 0,66 5 6 |
| V | 18,9 1 2 3 4 6 | 17,9 2 4 6 | 0,410 1 2 3 4 6 | 0,133 1 2 3 4 6 | 0,161 1 2 3 4 6 | 99,5 1 3 4 6 | 0,39 1 2 3 4 6 | 32,5 1 3 4 6 | 2,49 3 4 6 | 0,75 1 2 3 4 6 |
| VI | 22,3 1 2 3 4 5 | 15,7 1 3 4 5 | 0,306 1 3 4 5 | 0,087 1 3 4 5 | 0,1521 2 3 4 5 | 141,1 1 2 3 4 5 | 0,24 1 3 4 5 | 30,4 1 2 3 4 5 | 2,11 1 2 3 4 5 | 0,89 1 2 3 4 5 |

Примечание: 1 — статистически значимые различия с гр. I

2 — статистически значимые различия с гр. II

3 — статистически значимые различия с гр. III

4 — статистически значимые различия с гр. IV

5 — статистически значимые различия с гр. V

6 — статистически значимые различия с гр. VI

Так, выраженность развития и степень склероза стромы селезёнки, играющей важную роль в топографическом распределении, жизнеобеспечении и поддержании должной функциональной активности иммунокомпетентных клеточных элементов, поступающих в орган из кровеносного русла [16], долгое время (до пяти лет) после начала АПТ остаются на сравнительно нормальном уровне, что показывают стабильные значения такого показателя, как $S_{ст}$.

В группе V и, особенно, в группе VI этот параметр заметно и статистически значимо нарастает по сравнению с УН (прирост соответственно +15,2 % и +36,0 %), а также и с предыдущими группами наблюдений.

Описанный процесс склерозирования ткани селезёнки, ассоциированный с длительностью приёма АП, не может не сказаться на состоянии функциональной иммунологической активности органа, что подтверждает характер изменений соответствующих структур БП.

Например, общая характеристика количества лимфоидной ткани в селезёнке, то есть объём БП, адекватно описывает такой показатель, как $S_{бп}$. Его величина на первом (начальном) этапе АПТ (группа II) статистически значимо уменьшается, демонстрируя явления гипоплазии БП в целом. Сокращение функционально активного иммунного компартмента селезёнки сопровождается общим снижением соответствующей её функции, ведущим к понижению АПО, что следует расценивать как срыв адаптации в ответ на воздействие такого мощного экзогенного стрессорного фактора, как АП, с их широким спектром побочных эффектов.

При дальнейшем приёме АП происходит выравнивание АПО относительно УН за счёт выхода БП из угнетённого состояния (группа

III) и последующее развитие процесса её гиперплазии (прирост в группе IV по сравнению с УН +13,5 %).

Напротив, более длительная АПТ (свыше пяти и, особенно, десяти лет — группы V и VI) приводит вновь к картине гипоплазии БП: убыль S_{6n} сравнительно с УН соответственно на 6,8 % и 18,2 % статистически значима.

Соотношение стромы и БП в селезёнке отражает коэффициент СПО. Его значения в зависимости от сроков АПТ существенно меняются. При приёме АП до пяти лет (группы II—IV) это происходит за счёт колебаний S_{6n} , так как $S_{ст}$ в этот период не изменяется по сравнению с УН. При дальнейшем применении АП (группы V и VI) СПО сильно нарастает вследствие как увеличения $S_{ст}$, так и уменьшения S_{6n} .

Характеристика изменений БП в целом при разных сроках АПТ существенно дополнена и детализирована изучением в этом плане составляющих её компонентов, ответственных за различные виды иммунитета, — ЛФ и ПАЛМ.

Так, динамика изменений параметра $D_{лф}$ в ходе АПТ аналогична таковой S_{6n} : в группе II $D_{лф}$ статистически значимо уменьшается (–26,8 %); в группах III и IV нормализуется и затем даже превышает УН, но лишь на уровне тенденции; в группах V и VI достоверно снижается (убыль соответственно на 12,0 % и 34,3 %). Подобные сдвиги отражают сменяющие друг друга процессы гипо-, гипер- и вновь гипотрофии лимфоидного аппарата селезёнки, наблюдающиеся в ходе АПТ.

Описанные колебания морфофункционального состояния БП, характеризующиеся изменениями показателей S_{6n} и $D_{лф}$, интегрально отражает **ФК**, позволяющий оценить общую функциональную иммунную активность селезёнки.

Вектор изменений **ФК** при различных сроках приёма АП совпадает с колебаниями S_{6n} и $D_{лф}$, но степень выраженности этих изменений, как правило, значительно выше, чем у отдельно взятых составляющих его показателей [3].

Говоря о структурно-функциональной перестройке БП в процессе АПТ, следует проследить, какой из видов иммунного ответа (гуморальный или клеточный) страдает от побочного действия АП и в какой мере. Ответить на этот вопрос позволяет анализ динамики величин $D_{гн}$ и $L_{пм}$, а также таких коэффициентов, как **ГФИ** и **ЛК**.

По мере удлинения сроков приёма АП происходят выраженные разнонаправленные колебания значений показателей, характеризующих уровень В-клеточного (гуморального) иммунитета. Так, доста-

точно демонстративно в ходе АПТ меняются величины $D_{гп}$, что выглядит в группах наблюдений по сравнению с УН соответственно как $-40,6\%$, $+20,0\%$, $+80,6\%$, $-24,0\%$ и $-50,3\%$. При этом точно такую же динамику демонстрируют значения $G_{ФИ}$, отражающего выраженность реактивных сдвигов в герминативных центрах ЛФ, где происходит пролиферация В-лимфоцитов и их дифференцировка в плазматические клетки [11; 14; 18; 19]. Подобные колебания размеров и функциональной активности герминативных центров ЛФ, показывают изменения напряжённости иммунного ответа гуморального типа.

С другой стороны, как известно, иммунный ответ клеточного типа (клеточный иммунитет) обеспечивается Т-лимфоцитами, сосредоточенными преимущественно в ПАЛМ [11; 14]. Поэтому такой параметр, как $L_{пм}$, объективно отражает степень выраженности иммунного ответа клеточного типа [3; 11]. В ходе АПТ этот показатель колеблется почти так же, как и описанные ранее, но амплитуда колебаний значительно ниже. Кроме того, максимальное значение $L_{пм}$ отмечено в группе III, после чего начинается его неуклонное снижение. Выявленная динамика величины $L_{пм}$ в изученных группах достаточно красноречиво свидетельствует об относительной устойчивости ПАЛМ к побочному повреждающему действию АП. Следовательно, в процессе АПТ клеточный иммунитет страдает в меньшей степени, чем гуморальный.

Этот вывод подтверждает анализ изменений $L_{К}$, динамика изменений которого не отличается от таковой большинства описанных морфометрических показателей и количественных коэффициентов.

Несомненный интерес представляет также характеристика нарушений микроциркуляции в БП селезёнки, наблюдающихся в ходе АПТ, так как подобные изменения могут, по-видимому, определённым образом влиять на функциональную иммуноморфологию органа.

Динамика изменений $ИК$, характеризующего пропускную способность микрососудов [8] (в данном случае, центральной артерии ЛФ селезёнки) показывает, что в течение первых пяти лет АПТ микроциркуляция в БП существенно не нарушается. При более длительном приёме АП наблюдается неуклонное нарастание $ИК$ ($+17,2\%$ и $+39,1\%$ соответственно в группах V и VI сравнительно с УН), свидетельствующее о серьёзных дисциркуляторных нарушениях в БП, что не может не сказаться на общем иммуноморфологическом, а, следовательно, и функциональном состоянии селезёнки.

Заключение

Таким образом, анализ динамики изменений морфометрических параметров иммуноморфологического состояния селезёнки и рассчитанных на их основе количественных коэффициентов показывает следующее.

На раннем этапе АПТ (до полугода) АПО резко снижается вследствие срыва адаптации в ответ на воздействие такого мощного экзогенного повреждающего фактора, как АП, обладающие широким спектром побочных эффектов.

В последующем (сроки АПТ от полугода до пяти лет) наблюдается адаптация организма к подобному действию АП и даже некоторое усиление его неспецифической резистентности. В частности это проявляется определёнными структурно-функциональными сдвигами в таком важном периферическом органе иммунной системы, как селезёнка, отражающими усиление главным образом В-клеточного (гуморального) иммунитета.

Дальнейшее увеличение сроков АПТ сопровождается прямо противоположными изменениями — прогрессирующим снижением АПО, связанным с резким угнетением как гуморального, так и, в меньшей степени, клеточного иммунитета.

Список литературы:

1. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия: руководство. М.: Медицина, 1990. — 384 с.
2. Волков В.П. Нейролептическая болезнь // Актуальная внутренняя медицина: теоретические проблемы и практические задачи: коллективная научная монография / под ред. В.П. Волкова. Новосибирск: Сибирская ассоциация консультантов, — 2012. — Гл. 4. — С. 85—118.
3. Волков В.П. Новый алгоритм морфометрической оценки функциональной иммуноморфологии селезёнки // *Universum: Медицина и фармакология: электрон. научн. журн.* — 2015; 5—6. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: <http://7universum.com/ru/med/archive/item/2341> (дата обращения: 11.07.2015).
4. Волков В.П. Функциональная иммуноморфология селезёнки в возрастном аспекте // *Инновации в науке: сб. ст. по материалам XLVI междунар. науч.-практ. конф.* № 6 (43). Новосибирск: СибАК, 2015. — С. 113—123.
5. Волков В.П., Росман С.В. К оценке адаптационных возможностей организма при шизофрении // *Псих. здоровье.* — 2013. — № 7. — С. 50—54.
6. Гланц С. Медико-биологическая статистика / пер. с англ. М.: Практика, 1999. — 459 с.

7. Гублер Е.В., Генкин А.А. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях. 2-е изд. Л.: Медицина, 1973. — 141 с.
8. Казаков В.А. Тканевые, клеточные и молекулярные аспекты послеоперационного ремоделирования левого желудочка у больных ишемической кардиомиопатией: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Томск, 2011. — 27 с.
9. Кашенко С.А., Золотаревская М.В. Изменения морфометрических показателей белой пульпы селезёнки крыс под воздействием иммуностимулирующих препаратов // Укр. мед. альм. — 2011. — Т. 14, — № 5. — С. 74—77.
10. Квирикадзе В.В. Влияние психофармакологических препаратов и их комбинаций на иммуно-аллергическую реактивность организма и особенности ее при некоторых психических заболеваниях (Эксперим.-клинич. исследование): Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 1969. — 39 с.
11. Клиническая иммунология и аллергология / пер. с нем. 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. Л. Йегера. М.: Медицина, — 1990. — Т. 1. — 528 с.
12. Лиманкина И.Н. Электрокардиографические феномены в психиатрической практике. СПб.: ИНКАРТ, 2009. — 176 с.
13. Макалиш Т.П. Морфофункциональные особенности селезёнки при воздействии на организм факторов различного генеза // Таврический мед.-биол. вестн. — 2013. — Т. 16, — № 1, — Ч. 1. — С. 265—269.
14. Морфофункциональная характеристика селезёнки человека / В.Б. Зайцев, Н.С. Федоровская, Д.А. Дьяконов [и др.] // Морфология. — 2013. — № 3. — С. 27—31.
15. Фадеев В.В. Представление данных в оригинальных работах и их статистическая обработка // Пробл. эндокринологии. — 2002. — Т. 48, — № 3. — С. 47—48.
16. Хайтов Р.М., Ярилин А.А., Пинегин Б.В. Иммунология: атлас. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. — 624 с.
17. Цыганков Б.Д., Агасарян Э.Т. Анализ эффективности и безопасности современных и классических антипсихотических препаратов // Журн. неврол. психиат. — 2010. — Т. 110, — № 9. — С. 64—70.
18. Morphological and morphometric studies of the splenic antitumor immune response, elicited by liposome-covered soluble p53 kDa antigen, in chemically-induced rat colon cancer / H. Ben-Hur, E. Plonsky, P. Gurevich [et al.] // Int. J. Mol. Med. — 1999. — V. 3, — № 5. — P. 545—549.
19. Morphometric alterations of the rat spleen following formaldehyde exposure / M.J. Golalipour, H. Kord, S. Ghafari [et al.] // Folia Morphol. (Warsz). — 2008. — V. 67, — № 1. — P. 19—23.
20. Murak E. [Neuroleptic malignant syndrome] // Psychiatr. Pol. — 1995. — V. 29, — № 3. — P. 349—358.

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАЦЕНТЫ У ПЕРВОРОДЯЩИХ И МНОГОРОЖАВШИХ ЖЕНЩИН, ПРОЖИВАЮЩИХ НА РАЗНЫХ ВЫСОТАХ КИРГИЗИИ

Каримова Назгуль Абдижалиловна

*старший преподаватель кафедры гинекологии медицинского
факультета Ошского государственного университета,
Республика Кыргызстан, г. Ош
E-mail: karimova.1980.nazgul@mail.ru*

PLACENTAL MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS IN PRIMALYPAROUS AND MULTIPAROUS WOMEN LIVING AT DIFFERENT ALTITUDES KYRGYZSTAN

Nazgul Karimova

*senior Lecturer, Department of Gynecology
of the Medical Faculty of Osh State University,
Republic of Kyrgyzstan Osh*

АННОТАЦИЯ

Цель работы — сравнительная характеристика структуры плаценты у первородящих и многорожавших женщин низкогорья, среднегорья и высокогорья. Проведено органометрическое, гистологическое, морфометрическое исследование 57 плацент. Выявлены признаки фетоплацентарной недостаточности и последующего развития синдрома дыхательных расстройств у новорожденных от многорожавших женщин высокогорья.

ABSTRACT

Purpose — comparative characteristics of the structure of the placenta in primiparous and multiparous women lowlands, midlands and highlands. An organometric, histological, morphometric study of 57 placentas. The signs of placental insufficiency and subsequent development of respiratory distress syndrome in infants of multiparous women highlands.

Ключевые слова: плацента; морфометрия; фетоплацентарная недостаточность; высокогорье; многорожавшие женщины.

Keywords: placenta; morphometry; fetoplacental insufficiency; high mountains; multiparas.

Младенческая смертность в Кыргызстане остается на высоком уровне, превышая этот показатель в Европе и странах СНГ [4; 12]. Наиболее неблагоприятная ситуация складывается в отдаленных высокогорных районах [7]. Для решения этой проблемы принимались «Национальная стратегия охраны репродуктивного здоровья населения Кыргызской Республики до 2015 года» и «Программа по улучшению перинатальной помощи в Кыргызской Республике на 2008—2017 годы». Наряду с организационными трудностями (нехватка врачей, сложности связи и транспортного обеспечения, ремонта медтехники и другие) при планировании развития здравоохранения на местах следуют учитывать этнические особенности населения и климатогеографические характеристики местности. Многодетство в кыргызских семьях вошло в почитаемую традицию [5]. Многорожавшими считаются женщины, родившие 5 и более детей. Последних детей они рожают в возрасте за 35 и более лет. Если женщина при этом живет в сложных климато-географических условиях высокогорья, то ее физиологические резервы к этому времени сокращаются [7]. При такой сложной беременности изменения возникают во всей системе «мать-плацента-ребенок», морфологически при этом можно найти признаки плацентарной недостаточности [6]. Младенцы рождаются маловесными, незрелыми. В условиях высокогорья возможно развитие респираторного дистресс-синдрома новорожденных (РДС), в основе которого лежит незрелость легких и, конкретно, недостаточность сурфактанта легких [11]. Имеются разные способы коррекции недостаточности сурфактанта [2; 9]. Для профилактики и своевременного лечения РДС важно разработать систему прогноза, используя для оценки околоплодные воды и послед. Анализ научной литературы свидетельствует об интенсивной разработке этого направления [1; 3; 8; 10].

Цель работы — дать сравнительную характеристики структуры плаценты у первородящих и многорожавших женщин низкогогорья, среднегорья и высокогорья.

Материал и методы исследования. Исследованы околоплодные воды и плацента, забранные в Ошской городской больнице (г. Ош высота 800 м над уровнем моря), в родильных отделениях Алайской территориальной (с. Гульча, 1400 м) и Чон-Алайской (с. Дароват-Курган, 3000 м) районной больницах от здоровых рожениц в возрасте старше 18 лет, распределенных по 6 репрезентативным группам: первородящие низкогогорья (n-10), первородящие среднегорья (n-10), первородящие высокогорья (n-10), многорожавшие низкогогорья (n-10), многорожавшие среднегорья (n-10), многорожавшие высокогорья (n-7)

Возраст у первородящих в низкогорье (НГ), среднегорье (СГ) и высокогорье (ВГ) составил в среднем $21,3 \pm 1,3$ года. Средний возраст у многорожавших составил в $33,2 \pm 1,4$ года не различаясь по высоте проживания.

Использованы следующие методы исследования:

1. Макроскопическое исследование последа (масса, объем, площадь маточной поверхности, длина пупочного канатика, плацентарно-плодный коэффициент).

2. Гистологическое исследование последа в парафиновых срезах, окрашенных гематоксилин-эозином и по ван Гизону.

3. Компьютерная морфометрия хориальных ворсин при помощи цифровой камеры SAM V200 и программного обеспечения для медицины и биологии BioVision с определением диаметра (длины) и объемной плотности ворсин.

Статистическая обработка материала проводилась методом вариационной статистики с помощью компьютерных программных пакетов Microsoft Excel. Вычислялось среднее значение (M), ошибка средней величины (m). Разницу средних величин оценивали по t-критерию Стьюдента и вероятности p, которую признавали статистически значимой при $p < 0,05$.

Полученные результаты и их обсуждение

У первородящих женщин масса, диаметр и толщина плаценты с нарастание высоты проживания имеют тенденцию к росту показателей, хотя сдвиги при данной выборке (n-10) не достоверны (табл. 1). В то же время плацентарно-плодный индекса у первородящих женщин высокогорья достоверно выше.

У многорожавших женщин по сравнению с первородящими происходит уменьшение размеров плаценты, в низкогорье оно не существенное, а в среднегорье и высокогорье более выраженное с достоверностью $P < 0,05$. Также у многорожавших женщин высокогорья выявлено достоверное укорочение пупочного канатика.

Таблица 1.

Органометрические параметры плаценты у первородящих и многорожавших женщин

| Параметры | Первородящие | | | Многорожавшие | | |
|-----------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| | НГ | СГ | ВГ | НГ | СГ | ВГ |
| Масса (г) | 470,4 $\pm 20,5$ | 501,0 $\pm 21,2$ | 481,2 $\pm 25,1$ | 412,2 $\pm 23,5$ | 422± 18,6 | 370,1*;** $\pm 19,4$ |
| ППИ | 0,176 $\pm 0,01$ | 0,183 $\pm 0,02$ | 0,193 * $\pm 0,02$ | 0,171 $\pm 0,02$ | 0,181 $\pm 0,02$ | 0,180 ** $\pm 0,01$ |

| | | | | | | |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-------------------|
| Диаметр (см) | 19,3 ±0,7 | 19,6 ±0,9 | 19,5 ±0,9 | 18,1 ±0,7 | 17,3 ** ±0,8 | 14,7 *,** ±0,8 |
| Толщина (мм) | 34,1 ±1,4 | 35,5 ±1,3 | 34,7 ±1,6 | 32,2 ±1,4 | 29,5 ** ±1,3 | 22,2 *,** ±1,4 |
| Длина пуповины (см) | 62,5 ±1,5 | 61,8 ±1,3 | 59,9 ±1,4 | 61,5 ±1,1 | 61,7 ±1,4 | 56,7 ±1,5 |

Примечание: * — критерий различий с группой низкогогорья $p < 0,05$

** — критерий различий с группой первородящих $p < 0,05$

Округлая форма плаценты выявляется у большинства первородящих женщин низкогогорья, среднегогорья и высокогорья — 90 %, 80 % и 70 % соответственно (Табл. 2). У многорожавших женщин низкогогорья и среднегогорья неправильная форма плаценты выявляется в 30% наблюдений, а в высокогорье до 43 % наблюдений, что достоверно выше, чем первородящих низкогогорья ($P < 0,05$).

Таблица 2.

Макроскопическая характеристика плацент обследованных групп (абс., %)

| Параметры | Первородящие | | | Многорожавшие | | |
|------------------------------------|--------------|----------|------------|---------------|------------|---------------|
| | НГ | СГ | ВГ | НГ | СГ | ВГ |
| Округлая форма | 9 (90 %) | 8 (80 %) | 7 (70 %) | 7 (70 %) | 7 (70 %) | 4 (57 %) |
| Неправильная форма | 1 (10 %) | 2 (20 %) | 3 (30 %) | 3 (30 %) | 3 (30 %) | 3 (43 %) * |
| Центральное прикрепление | 9 (90 %) | 9 (90 %) | 9 (90 %) | 7 (70 %) | 6 (60 %) | 4 (57 %) * |
| Парацентральное прикрепление | 1 (10 %) | 1 (10 %) | 1 (10 %) | 2 (20 %) | 3 (30 %) * | 2 (29 %) * |
| Краевое прикрепление | 0 (0 %) | 0 (0 %) | 0 (0 %) | 1 (10 %) | 1 (10 %) | 1 (14 %) |
| Окрашенные в зеленый цвет оболочки | 1 (10 %) | 1 (10 %) | 3 (30 %) * | 2 (20 %) | 3 (30 %) * | 4 (57 %) *,** |

Примечание: * — критерий различий с группой низкогогорья $p < 0,05$

** — критерий различий с группой первородящих $p < 0,05$

У большинства первородящих женщин наблюдается центральной прикрепление пупочного канатика (90 % вне зависимости от высоты проживания). У многорожавших женщин среднегогорья и высокогорья со значительной частотой встречается парацентральное и краевое прикрепление ($P_{5-1} < 0,05$ и $P_{6-1} < 0,05$).

У первородящих женщин низкогорья, которых мы берем за контрольную группу плацента равномерного кровенаполнения, мясистой консистенции, с четкими границами, беловато-розового цвета, с блестящими бесцветными гладкими оболочками. Вартоновый студень блестящий, упругий. На разрезе плацентарная ткань выглядела сочной, интенсивного темно-красного цвета. В одном случае мы встретили единичный клиновидный ишемический инфаркт (табл. 3). Склероза и кальциноза не отмечалось.

В среднегорье у первородящих женщин плацента была чаще с неравномерным кровенаполнением, в единичных случаях встречались геморрагические и ишемические инфаркты, межворсинчатые тромбы. В 30 % наблюдений отмечалась гипертрофия плаценты. При этом отмечалась сглаженность долек, границы их были стертыми.

Таблица 3.

Характер макроскопических нарушений развития плацент обследованных групп (абс., %)

| Параметры | Первородящие | | | Многорожавшие | | |
|-------------------------|--------------|----------|----------|---------------|----------|------------|
| | НГ | СГ | ВГ | НГ | СГ | ВГ |
| Геморрагический инфаркт | 0 (0 %) | 1 (10 %) | 2 (20 %) | 1 (10 %) | 2 (20 %) | 3 (42,7 %) |
| Ишемический инфаркт | 1 (10 %) | 1 (10 %) | 1 (10 %) | 2 (20 %) | 2 (20 %) | 1 (10 %) |
| Межворсинчатые тромбы | 0 (0 %) | 1 (10 %) | 2 (20 %) | 3 (30 %) | 2 (20 %) | 4 (57,1 %) |
| Гипотрофия плаценты | 1 (10 %) | 1 (10 %) | 3 (30 %) | 1 (10 %) | 2 (20 %) | 5 (71,2 %) |
| Гипертрофия плаценты | 1 (10 %) | 3 (30 %) | 2 (20 %) | 2 (20 %) | 3 (30 %) | 0 (0 %) |
| Склероз отечных ворсин | 0 (0 %) | 0 (0 %) | 1 (10 %) | 3 (30 %) | 2 (20 %) | 4 (57,1 %) |
| Кальциноз плаценты | 0 (0 %) | 1 (10 %) | 1 (10 %) | 3 (30 %) | 2 (20 %) | 5 (71,2 %) |

В высокогорье отчетливо прослеживалась неравномерность кровенаполнения плаценты на фоне участков с умеренным кровенаполнением выявлялись как резко полнокровные, так и ишемизированные. В 20 % наблюдений отмечена гипертрофия плацента, а в 30 % — гипотрофия, так что в среднем вес плаценты достоверно не изменялся.

У многорожавших женщин низкогорья достоверно чаще, чем у первородящих выявлены геморрагические инфаркты, межвор-

синчатые тромбы, склероз и кальциноз плаценты до 30 % наблюдений. Схожая морфологическая картина плаценты отмечалась и у много-рожавших женщин среднегорья. Наиболее выраженные макроскопические изменения плаценты отмечены у многоорожавших женщин высокогорья. В 71 % наблюдений отмечалась гипотрофия плаценты. Плаценты были с резко неравномерным кровенаполнением, геморрагические и ишемические инфаркты встретились в сумме в 52,7 % случаев, склероз отмечен в 57,1 % наблюдений, кальциноз — 71,2 %.

Микроскопическая структура плаценты имела свои особенности у первородящих и многоорожавших женщин усиливающиеся с учетом высоты проживания. Патологическая незрелость ворсин у первородящих отмечено только в одном случае (высокогорье), у многоорожавших она встречалась с частотой от 10 % в низкогорье до 42,8 % в высокогорье, диссоциированное созревание ворсин встречалось и у первородящих высокогорья 20 %, и у многоорожавших низкогорья, среднегорья и высокогорья. Нарушение васкуляризации ворсин (более 5 капилляров в одной ворсине) встречалось с большой частотой 50 и более процентов у много рожавших на любой высоте, а у перворожавших в среднегорье (30 %) и высокогорье (60 %). По мере нарастание высоты проживания и паритета родов нарастало избыточное отложение фибрина и выраженность минеральной дистрофии (кальциноза).

Компьютерная морфометрия показала наличие структурных особенностей хориальных ворсин у первородящих и многоорожавших женщин (табл. 4).

Объемная плотность (отношение площади ворсин к площади хориального пространства) у первородящих увеличивалась соответственно высоте проживания, по всей видимости за счет увеличения васкуляризации ворсин.

Таблица 4.

Морфометрические характеристики хориальных ворсин

| Параметры | Первородящие | | | Многоорожавшие | | |
|---------------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------|----------------|
| | НГ | СГ | ВГ | НГ | СГ | ВГ |
| Объемная плотность ворсин | 42,8±1,8 | 54,9±1,7 * | 59,7±1,8 * | 51,2±2,2 * | 52,5±2,2 | 53,3±2,3 ** |
| Длина ворсин (мкм) | 52,3±6,3 | 57,2±5,4 | 61,4±4,3 | 49,2±5,2 | 51,2±3,6 | 47,4±4,2 |

Длина ворсин имела такую же тенденцию, но рост был не достоверен ($p>0,05$). У многоорожавших женщин низкогорья

объемная плотность ворсин была выше чем у первородящих, в то время как у многорожавших женщин высокогорья наоборот ниже, по нашему мнению это связано со склерозом ворсин и их незрелостью.

Вывод

В целом макроскопическая картина плацент свидетельствует, что у многорожавших женщин высокогорья имеется субкомпенсированная плацентарная недостаточность.

Список литературы:

1. Белов Г.В., Борзых А.Н. Оценка поверхностного активности околоплодных вод рожениц низкогогорья и высокогорья // Проблемы оценки и прогнозирования функциональных состояний организма в прикладной физиологии. Фрунзе, 1988. — С. 191—200.
2. Белов Г.В. Влияние факторов горного климата на сурфактантную систему легких и коррекция ее нарушений: Автореф. ... дисс. д.м.н. Томск. 2005. — 40 с.
3. Белов Г.В., Арбузов А.А., Бримкулов Н.Н. Оценка состояния сурфактантной системы легких // Бишкек, 2005. — 104 с.
4. Бутта З.А., Хан Я.П. Здоровье женщин и новорожденных детей в Кыргызстане и Чуйской области: оценка и обоснование вмешательств: предварительный отчет. Материнская и младенческая смертность: анализ ситуации и обоснование рекомендаций по их снижению и достижению ЦРТ в КР (4 и 5 цели). Бишкек, 2009. — 52 с.
5. Кудаяров Д.К. Охрана материнства и детства в Республике и вклад Объединения (Ассоциации) врачей педиатров Кыргызстана // Здоровье матери и ребенка. — 2011. — Т. 3. — № 1. — С. 13—16.
6. Милованов А.П. Патология системы мать-плацента-плод: Руководство для врачей. М., 1999. — 447 с.
7. Мусуралиев М.С. Репродуктивное здоровье и беременность у жительниц высокогорных регионов мира // Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева. Бишкек, 2014. — С. 7—13.
8. Тезиков Ю.В., Липатов И.С. Прогнозирование и диагностика плацентарной недостаточности // Акушерство и гинекология. — 2012. — № 1. — С. 35—43.
9. Рындин А.Ю. Ионов О.В., Антонов А.Г. Современная сурфактантная терапия у новорожденных // Педиатрия. Приложение к журналу Consilium Medicum. — 2011. — № 3. — С. 11—15.
10. Chapman JF. Amniotic fluid tests for fetal lung maturation--the good, the bad, and the promising // Clin. Lab. Sci. 1994 Mar-Apr;7(2):95-9.
11. Hallman M. The surfactant system protects both fetus and newborn // Neonatology. 2013;103(4):320-326.
12. World Health Statistics, 2006. — 80 p.

**МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
СТРОМАЛЬНОГО КОМПОНЕНТА ПЕЧЕНИ
БЕЛЫХ МЫШЕЙ, ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПОСТУПЛЕНИИ
В ОРГАНИЗМ МАЛЫХ ДОЗ СВИНЦА
И ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ПРОЦЕССА**

Купша Елена Ивановна

*канд. мед. наук,
ассистент кафедры гистологии и эмбриологии Медицинской Академии
Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского,
РФ, г. Симферополь
E-mail: liver-life@yandex.ru*

Бондаренко Владимир Витольдович

*канд. мед. наук,
доцент кафедры гистологии и эмбриологии Медицинской Академии
Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского,
РФ, г. Симферополь*

**MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTICS STROMAL
COMPONENT LIVER OF WHITE MICE
WITH PROLONGED ADMISSION INTO THE BODY SMALL
DOSES OF LEAD ACETATE AND PHARMACOLOGICAL
CORRECTION PROCESS**

Elena Kupsha

*candidate of medical sciences,
assistant of the Department of Histology and Embryology
Medical Academy Crimean Federal University. V.I. Vernadsky,
Russia, Simferopol*

Vladimir Bondarenko

*candidate of medical sciences,
associate professor of the Department of Histology and Embryology
Medical Academy Crimean Federal University. V.I. Vernadsky,
Russia, Simferopol*

АННОТАЦИЯ

Методами микроскопии, гисторадиоавтографии, морфометрии изучен стромальный компонент печеночных долек 54-х самцов белых мышей. Установлены морфофункциональные признаки срыва компенсаторно-приспособительных процессов при изолированном применении ацетата свинца. Применение витамина Е оказывает выраженный митогенный и мотогенный эффект с признаками избыточности. Эрбисол способствует наиболее полной реализации компенсаторно-приспособительных процессов, однако, может только отсрочить и минимизировать, а не предотвратить параллельно развертывающиеся дистрофические и деструктивные реакции.

ABSTRACT

By microscopy, gistoradioavtografii, morphometry studied stromal component of liver lobules of 54 male albino mice. Installed morfofunkcionalnye signs of failure of compensatory-adaptive processes in an isolated application of lead acetate. The use of vitamin E and has a pronounced mitogenic effect motogenic with signs of redundancy. Erbisol promotes the fullest realization of compensatory and adaptive processes, however, can only postpone and minimize, not prevent parallel unfolding dystrophic and destructive reactions.

Ключевые слова: печень; свинец; строма.
Keywords: liver; lead; stroma.

Актуальной задачей современной медицины является изучение клеток стромального дифферона обладающих профиброгенетическим потенциалом, выявление регуляторных путей их активации, реорганизации экстрацеллюлярной матрицы, модулирующих клеточную регенерацию гепатоцитов [9], с целью изыскания терапевтических подходов недопущения прогрессии в цирроз и печеночно-клеточной недостаточности. Фиброз печени при этом рассматривается, как динамический и специализированный процесс в ответ на хроническое гепатоцеллюлярное повреждение, развивающийся при накоплении экстрацеллюлярного матрикса (ЕСМ) включающего коллаген, протеогликан и адгезивные гликопротеиды, продуцируемые главным образом звездчатыми клетками, мезенхимального происхождения, локализованными между печеночными пластинками и синусоидальными эндотелиоцитами в пространстве Диссе. Неподвижные звездчатые клетки в физиологических условиях играющие важную роль в регуляции ретиноидного гомеостаза и ремоделирования ЕСМ продуцируе ее компоненты, так же как металлопротеиназы и их ингибиторы, в процессе фибриногенеза трансдифференцируются в миофибро-

бластоподобные клетки, которые выполняют центральную роль в регуляции кровотока и развитие печеночного фиброза [5]. Фенотипическая трансформация (активация) звездчатых клеток характеризуется экспрессией генов обеспечивающие хемотаксис, пролиферацию, сократительную активность, ключевое участие в фиброгенезе и экстрацеллюлярной матричной деградации [10]. При прогрессирующем фиброзе, сопровождающем практически все хронические заболевания печени, возможно достижение конечной фатальной точки в виде цирроза, патологическим признаком которого является нарушение печеночной архитектуры, обширного накопления соединительной ткани и дисфункции печени, что закономерно ассоциируется с высоким уровнем смертности [8]. Также, кроме активизированных звездчатых клеток, миофибробласты печени, располагающиеся в перипортальных и перивенозных областях в нормальном состоянии, мигрируют к очагу повреждения и вовлекаются в фибротические изменения печени [3].

Целью нашей работы явилось определение морфофункциональных показателей стромальных компонентов печеночных долек для выявления степени выраженности развертывающихся компенсаторно-приспособительных реакций, в ответ на длительное поступление в организм малых доз свинца, а также при корригировании процесса фармакологическими препаратами.

Материал и методы

Трехмесячная свинцовая интоксикация моделировалась на 54-х половозрелых самцах белых мышей линии balb /с, которые получали перорально ацетат свинца в дозе 1 мг/100 г массы в течение 30, 60 и 90 суток. 15 животных служили контролем. Эксперимент включал 3 серии опытов. В 1-ой серии применяли ацетат свинца изолированно (18 мышей). Во 2-й серии использовали ацетат свинца в сочетании с пероральным введением альфа-токоферола (18 мышей). В 3-й серии использовали ацетат свинца в сочетании с подкожным введением препарата «Эрбисол» (18 мышей). Используемые методы: гистологический, электронномикроскопический, полутонких срезов, гисторадиоавтографии, морфометрический. Для получения сопоставимых результатов с применением метода гисторадиоавтографии эксперимент завершали в одно и то же время суток — 12 часов дня. За 1 час до взятия материала животным внутримышечно вводили меченный предшественник ДНК-3Н-тимидин в дозе 6,5 мкКи/г. Метод применен с целью установления активности синтеза ДНК клетками паренхимы и стромы печени [Епифанова]. Полутонкие срезы толщиной 1 мкм покрывали фотоэмульсией — М (разведение 1:3), экспозиция составляла 14 дней. После фиксации и проявки срезы окрашивали 1 % спиртовым раствором толуидинового синего. Гисторадиоавтогра-

фическую метку (зерна серебра) подсчитывали под световым микроскопом (глицериновая иммерсия, увеличение 90x10x1,25). Морфометрия проведена с применением оптического анализатора изображения «OLIMPUS BH-2» с использованием программного обеспечения «Видеотест-Морфология» (Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 990537 от 27 июля 1997 г.) и стандартного пакета статистических программ Excel с учетом числа срезов и количества животных (Г.Г. Автандилов, 1990). Использовали t-критерий Стьюдента. Статистически достоверными считали изменения при $P \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

Предыдущими нашими исследованиями были установлены данные свидетельствующие о развитии тканевой и гемической гипоксии, опосредованной прямыми токсическими эффектами свинца, а также развивающимся оксидативным стрессом, при длительном поступлении в организм малых доз свинца [1]. Функционально-ведущая ткань печени — гепатоциты, в условиях сниженной доставки кислорода и нутриентов, в значительно меньшей степени выказывают способность к реализации регенераторных потенциалов, зачастую подвергаясь некрозу. Закономерно предположить, что активированные коллагенсинтезирующие непаренхиматозные клетки, участвуя в ремоделировании ЕСМ и компонентов сосудистого русла, примут непосредственное участие в развертывании компенсаторно-приспособительных реакций носящих защитный и возможно избыточный характер. Современными исследованиями установлено, что острое поражение гепатоцитов активирует фенотипическую транс-дифференцировку неподвижных звездчатых клеток в миофибробластоподобные клетки, способные к пролиферации с последующим синтезом компонентов экстрацеллюлярной стромы, в основном коллагена I и III типа занимающие, таким образом, ключевую роль в развитии фиброза [6] а при экспонировании фенотипа гладких миоцитов содействуя развитию портальной гипертензии [2]. Отсутствующие в нормальной печени миофибробласты появляются в результате активации клеток прекурсоров, к которым относятся, помимо звездчатых клеток, при повреждении пограничной пластинки — свободные порталные фибробласты, а также фибробласты второго слоя клеток окружающих центрлобулярные вены, расположенные в Глиссоновой капсуле, перибилиарные, адвентиции междольковой вены и гладкие миоциты меди междольковой артерии, экспрессирующие миофибробластический фенотип, способные к миграции внутрь дольки и вовлекаемые в фиброгенез [4; 7].

При изолированной экспозиции белых мышей ацетатом свинца на 30-е сутки эксперимента, наблюдается усиленный фибриллогенез внутри и вокруг перипортальных очагов некроза выполняющий разграничительные функции. Сужение части просвета синусоидных капилляров и гипертрофия наружной оболочки междольковых сосудов также можно трактовать как проявление защитной реакции, уменьшающей доставку свинца к гепатоцитам. На фоне продолжающегося воздействия экотоксиканта, при наблюдаемых прогрессирующих поражениях паренхимы и сосудистого русла, следовало бы ожидать эффективных компенсаторных реакций со стороны соединительнотканного компонента печеночных долек. Однако, в серии Рb60 процессы внутриорганный саногенеза отличаются незавершенностью и крайне слабой выраженностью, особенно в группе защитных тканевых реакций. Не проявляются защитно-разграничительные свойства междольковой соединительной ткани, которая оказывается не в состоянии противодействовать пространственной экспансии некрозов в соседние дольки, так же как и не выявляются в достаточной мере защитные свойства адвентиции сосудов портальных трактов. В то же время умеренно выраженный интерстициальный фиброз, имеющий ту же защитную направленность выражен в сериях Рb60-90 и является скорее проявлением активации коллагенсинтезирующих клеток или миофибробластов, обеспечивающие накопление внеклеточной матрицы, которая наиболее выражена во временных рамках 30 и 90 суток эксперимента и ассоциируется с численным увеличением клеток стромы (Рис. 1).

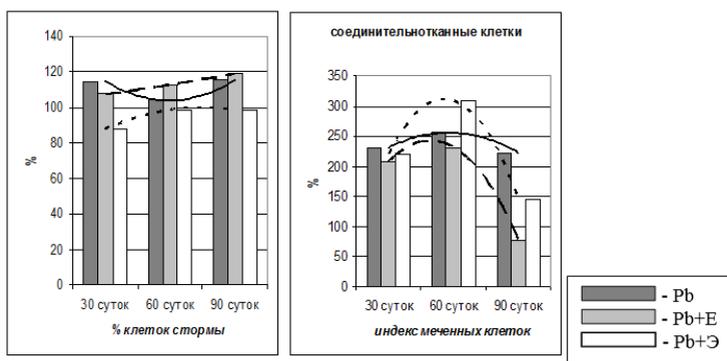


Рисунок 1. Динамические показатели коллагенсинтезирующих клеток стромы печеночной дольки при хронической свинцовой интоксикации и при фармакологическом корригировании (в процентах от контроля)

Численное возрастание клеток, синтезирующих компоненты межклеточного вещества, в серии Pб90 не обеспечивает, в должной мере, осуществление репарации стенок междольковых и вокруг дольковых сосудов и волокнообразование внутри и вокруг перипортальных очагов некроза для реализации защитной разграничительной функции (табл.). Убыль паренхиматозных и эндотелиальных клеток закономерно активирует процессы тканевого саногенеза, в том числе, включающие активацию клеток с кислород-зависимым киллингом в зонах тканевой деструкции. На этом фоне капилляризацию синусоидных микрососудов и усиленное коллагенообразование, как в стенке междольковых сосудов, так и между гепатоцитами также можно отнести к тканевой ответной реакции защитной направленности, ограничивающей доступ токсических метаболитов в жизнеспособные гисторегионы. В то же время, появление в составе синусоидных капилляров, на отдельных участках, не характерной для них базальной мембраны и коллагеновых фибрилл в пространстве Диссе, трактуемое как фиброз, симптоматично для капилляротрофической недостаточности и способствует убыли паренхиматозных клеток с возможным исходом в печеночно-клеточную недостаточность (Рис. 2).

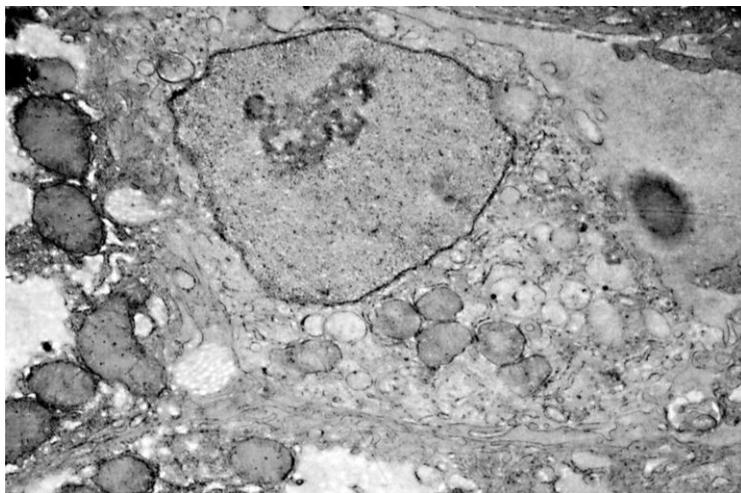


Рисунок 2. Pб90. Явления усиленного фибриллогенеза с тенденцией к интерстициальному фиброзу. Электронная микрофотография. Ув.: 10000

Проведенное гисторадиоавтографическое исследование позволило обратить внимание на высокую функциональную активность эухроматина, который в 2—2,5 раза активнее, чем в контроле, стабильно, во все сроки эксперимента, включает 3Н-тимидин (табл.). Сопоставление этих данных с качественными и количественными светооптическими и электронномикроскопическими методами дает возможность констатировать нарушение реализации ответной реакции ядерного генома коллагенсинтезирующих непаренхиматозных клеток на тканевом уровне, что свидетельствует о срыве компенсаторно-приспособительных реакций.

Таблица 1.

Количество (%) коллагенсинтезирующих клеток стромы печеночной долилки и индекс включения 3Н-тимидина при изолированном и сочетанном поступлении в организм ацетата свинца, витамина Е и Эрбисола

| | | К | | Pb | | Pb+E | | Pb+Э | |
|---------|---|-----------------|---------|-----------------|-----------|-----------------|---------|-----------------|---------|
| | | % клеток стромы | ИМК (‰) | % клеток стромы | ИМК (‰) | % клеток стромы | ИМК (‰) | % клеток стромы | ИМК (‰) |
| 30 сут. | M | 57,22 | 52,19 | 65,72 | 120,51* | 61,45 | 108,21 | 50,29 | 114,27 |
| | m | 3,01 | 13,03 | 2,16 | 23,69 | 3,24 | 13,59 | 1,17 | 17,59 |
| | % | | | 114,85 | 230,91 | 107,39 | 207,34 | 87,89 | 218,95 |
| 60 сут. | M | 57,22 | 52,19 | 59,45 | 133,54* | 64,51*** | 120,53* | 56,52 | 161,15* |
| | m | 3,01 | 13,03 | 1,53 | 22,56 | 2,02 | 30,09 | 3,39 | 20,26 |
| | % | | | 103,89 | 255,87 | 112,74 | 230,94 | 98,77 | 308,77 |
| 90 сут. | M | 57,22 | 52,19 | 66,06* | 116,16*** | 68,12* | 40,61 | 56,46 | 75,85 |
| | m | 3,01 | 13,03 | 2,96 | 14,60 | 2,12 | 17,84 | 1,05 | 11,49 |
| | % | | | 115,45 | 222,57 | 119,05 | 77,81 | 98,67 | 145,33 |

Степень выраженности некротических процессов, в условиях сочетанного с ацетатом свинца применения альфа-токоферола, в сравнительном аспекте, ниже, чем в предыдущей серии, а на первый план выступают адаптивные дистрофические и пролиферативные реакции гепатоцитов и эндотелиоцитов, а также компенсаторные процессы стромального компонента печеночных долек, включающие активацию непаренхиматозных клеток. В серии E30 выражена воспалительная макрофагально-лимфоцитарная инфильтрация, гиперпродукция основного вещества и волокнистого компонента, со стороны портального тракта, причем активное участие в ответной реакции принимают гладкие миоциты стенки междольковых сосудов и клетки фибробластического дифферона — высокопластичных тканевых

составляющих. Усиленная продукция межклеточного вещества фибробластами портальных трактов ограничивает зоны фокальных некрозов паренхимы, препятствует их распространению и создает благоприятное микроокружение для протекания реакций репарации. Вектор этой защитной реакции фиксируется на формировании локально расширенных соединительнотканых полей всегда с доминированием основного вещества над волоконным компонентом, что не позволяет обозначить эту защитную реакцию как фиброз. Характерной особенностью данной серии является регистрируемый мотогенный эффект с одновременным включением в эухроматин ядра меченного предшественника 3H-тимидина. Так, фибробласты мигрирующие из Глиссоновой капсулы внутрь долек активно включают тимидин (Рис. 3).

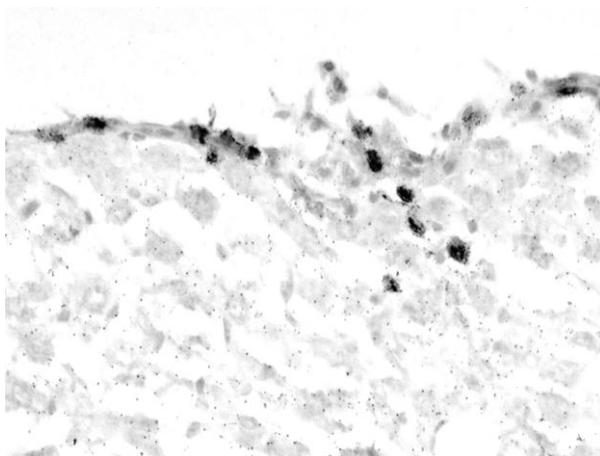


Рисунок 3. Серия E30. Интенсивное включение метки в клетки, мигрирующие со стороны капсулы. Гисторадиоавтография. Фокусировка на уровне зерен серебра. Парафиновый срез. Докраска толудиновым синим. Ув. X 300

В сериях E-60-90 также отмечена гиперпродукция межклеточного вещества, что свидетельствует об успешной реализации программы ген-белок-признак позволяющий продвинуть адаптивно-компенсаторные реакции с клеточного уровня на тканевую составляющую. Такие ответные реакции со стороны тканевых компонентов печени мышей, как гиперплазия клеточных элементов в стенке междольковых сосудов, усиление продукции ими межклеточного вещества,

тем не менее можно отнести к несовершенным, незавершенным компенсаторно-адаптивным эффектам, как и наблюдаемые нами в серии E30 (Рис. 4).

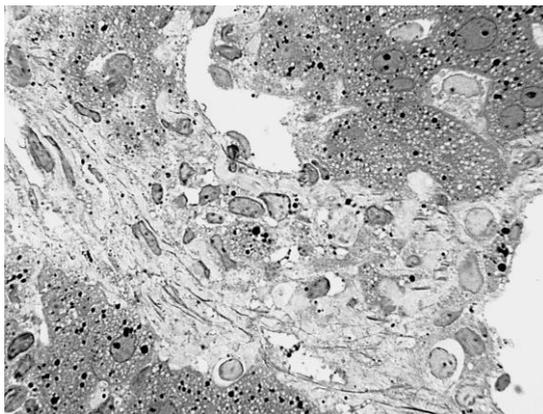


Рисунок 4. E30. Фрагмент портального тракта. Защитная реакция со стороны портальной соединительной ткани. Высокая секреторная активность клеток фибробластического диферона. Количественное преобладание основного вещества над клеточным и волоконным компонентами. Вновь образованная портальная рыхлая соединительная ткань разграничивает некротические участки двух смежных первых зон ацинуса и содержит некротически измененные гепатоциты и клетки моноцитарного диферона. Полутонкий срез. Толуидиновый синий. Ув.: 400

Активирующее действие альфа-токоферола на секреторную активность соединительнотканых и гладкомышечных клеток в составе оболочек междольковых сосудов, что выявляется в форме усиленного коллагенообразования можно трактовать двояко. С одной стороны, эта защитная реакция отграничивает экспансию токсических метаболитов в центральные участки гепатических ацинусов, с другой несет черты компенсаторной патологии и служит морфологическим базисом возможного прогрессирования процессов фиброза паренхимы, особенно в условиях предполагаемого сочетанного действия нескольких гепатотоксикантов. В целом, учитывая прогredientные количественные показатели коллагенсинтезирующих непаренхиматозных клеток к 90-м суткам, с одновременным снижением ИМК до значений ниже контроля (табл.), а также стабильно выявляемой гиперпродукцией межклеточного вещества, провочно сделать вывод

о достижении конечной точки их активации — белоксинтетической активности.

Совместное с ацетатом свинца применение эрбисола в более полной мере, чем альфа-токоферол, оказывает нормализующее влияние, в том числе на стромальный компонент. В целом адаптивно-компенсаторные процессы в сериях Э30—60 достигают степени выраженности позволяющие говорить о разворачивании саногенетических реакций, которые характеризуются клеточной регенерацией гепатоцитов, ограниченностью фокусов некроза, привлечением иммунноцитов, усилением коллагенсинтетических процессов преимущественно в портальных трактах, успешной регенерацией синусоидных капилляров, выключением эритроцитов из цитотоксических мишеней свинца. ИМК достигает максимальных значений, по сравнению с другими сериями эксперимента, только в серии Э60, причем клетки включающие автограф визуализируются в перипортальном тракте (табл.). В серии Э90 отмечается компенсаторная дилатация сосудов портального тракта с фокусами пролиферации гепатоцитов и коллагенсинтезирующих клеток стромы, а также интерстициальный фиброз в зоне некробиотически измененных гепатоцитов. Некрозы и лейкоцитарные инфильтраты характерные для портального тракта в серии Э90 выказывают тенденцию к замещению соединительнотканными прослойками. Отмечена тенденция к увеличению количества моноцитов и плазмоцитов, в то время как нарастания количества коллагенсинтезирующих клеток не происходит (табл.). Зарегистрированные нами минимальные признаки пролиферации экстравазальных клеток Купфера позволяют говорить об иммуномодулирующих и иммунокорректирующих эффектах длительного применения эрбисола, что, несомненно, позитивно влияет на тканевой морфогенез и тканевую адаптацию. Однако, наличие очагов экстравазальной пролиферации гепатических макрофагов, инфильтрация паренхимы лимфоцитами и плазмочитами на фоне присутствующих фокальных внутридольковых некрозов и признаков усиленного коллагенообразования в зонах тканевой деструкции (фиброз) рассматривается нами как совокупность патоморфологических признаков, характеризующих хроническое воспаление.

Выводы

1. 30—90-суточная изолированная экспозиция белых мышей ацетатом свинца, сопровождающаяся явлениями некроза и гипоксии паренхимы печеночных долек, является триггерным механизмом для адаптивно-компенсаторных реакций соединительнотканного компонента, реализующихся в процессе клеточной регенерации

и активации коллагенсинтезирующих непаренхиматозных клеток, что подтверждается стабильно высокими показателями ИМК и увеличения, в сравнении с контролем, их количества.

2. Адаптивно-компенсаторные реакции в серии с изолированным введением свинца фиксируются на клеточном уровне ввиду способности коллагенсинтезирующих непаренхиматозных клеток отвечать на митогенный стимул, однако на тканевом уровне отличаются слабостью и незавершенностью, что свидетельствует о их срыве.

3. Применение альфа-токоферола совместно с ацетатом свинца стимулирует адаптивно-компенсаторные процессы, сначала, на уровне непаренхиматозных коллагенсинтезирующих клеток регистрируемые нами в виде митогенных и мотогенных эффектов. В дальнейшем, завершение активации миофибробластоподобных клеток, заключающееся в дифференцировке и белоксинтетической активности позволяет реализовать защитные разграничительные реакции на тканевом уровне, при этом нося черты компенсаторной патологии.

4. Применение эрбисола, на фоне введения ацетата свинца, способствует наиболее полной и адекватной реализации компенсаторно-приспособительных процессов со стороны стромальных компонентов печеночных долек, однако, может только отсрочить и минимизировать, а не предотвратить параллельно развертывающиеся дистрофические и деструктивные реакции.

Список литературы:

1. Купша Е.И., Бондаренко В.В. Морфологические признаки гипоксий в печени белых мышей при длительном пероральном поступлении малых доз ацетата свинца в организм //Здоровье — основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения: труды IX всероссийской научно-практической конференции с международным участием// Санкт-Петербург. — 2014. — Т. 9, часть 1. — С. 136—141.
2. Bosch J, Garcia-Pagan JC. Complications of cirrhosis. I. Portal hypertension. //J Hepatol. — 2000. — № 32. — P. 141—156.
3. Growth Inhibition and Apoptosis in Liver Myofibroblasts Promoted by Hepatocyte Growth Factor Leads to Resolution from Liver Cirrhosis / Wook-Hwan Kim, Kunio Matsumoto[et al.]//American Journal of Pathology. — 2005. — Vol. 166. — № 4. — P. 1017—1028.
4. Hepatic fibrosis and cirrhosis: The (myo)fibroblastic cell subpopulations involved/ Christelle Guyota, Sébastien Lepreuxa.[et al.]// The International Journal of Biochemistry & Cell Biology. — 2006 — Vol. 38. — P. 135—151.
5. Hepatic stellate cells: it's role in normal and pathological conditions/Sarem M, Znaidak R [et al.] //Gastroenterol Hepatol. — 2006. — Vol. 29. — № 2. — P. 93—101.

6. Mann D.A. and Smart D.E. Transcriptional regulation of hepatic stellate cell activation.// Gut. — 2002. — № 50. — P. 891—896.
7. Ramadori G. and Bernhard Saile. Portal tract fibrogenesis in the liver // Laboratory Investigation. — 2004. — Vol. 84. — P. 153—159.
8. Tangkijvanich P, Yee HF Jr. Cirrhosis-can we reverse hepatic fibrosis?// Eur J Surg Suppl. — 2002. — Vol. 587. — P. 100—112.
9. The Role of Collagen Structure in Mitogen Stimulation of ERK, Cyclin D1 Expression, and G1-S Progression in Rat Hepatocytes/ John T. Fassett, Diane Tobolt [et al.]/The journal of biological chemistry. — 2006. — Vol. 278. — № 34. — P. 31691—31700.
10. Wu J, Zern M.A: Hepatic stellate cells: a target for the treatment of liver fibrosis // J Gastroenterol. — 2000. — Vol. 35. — P. 665—672.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ЗУБОЧЕЛЮСТНЫХ АНОМАЛИЙ У ДЕТЕЙ

Черноморченко Никита Сергеевич

ординатор I года обучения

кафедры терапевтической стоматологии СПбГУ,

РФ, г. Санкт-Петербург

E-mail: nik8504@yandex.ru

MODERN METHODS OF TREATMENT OF DENTOALVEOLAR ANOMALIES IN CHILDREN AGE

Nikita Chernomorchenko

1st year resident of the department of therapeutic dentistry, SpbSU,

Russia, Saint-Petersburg

АННОТАЦИЯ

Зубочелюстные аномалии и деструкции — достаточно распространенная патология зубочелюстной системы в детском возрасте. По данным российских ученых они встречаются в среднем у 33—37 % обследованных, а время от времени эта цифра достигает 50—55 % и даже больше. Процент зубочелюстных аномалий существенно возрастает (до 58 %) у обследованных детей, страдающих

другими стоматологическими болезнями (кариес и его осложнения) и общими заболеваниями организма (до 70 %). Потому их профилактика и своевременное лечение являются довольно актуальными в практике детского врача стоматолога-ортодонта.

ABSTRACT

Dentoalveolar anomalies and destruction — is a common pathology of dental system in childhood. According to Russian scientists, they found, on average, 33—37 % of patients, and sometimes this figure reaches 50—55 % and even more. Percentage of dentoalveolar anomalies increases significantly (to 58 %) of the surveyed children with other dental disease (caries and its complications) and general diseases of the body (70 %). Because of their prevention and timely treatment are quite relevant in the practice of child dentist orthodontist.

Ключевые слова: зубочелюстные аномалии; детский возраст; профилактика аномалий; ортодонтическое лечение.

Keywords: dentoalveolar anomalies; children; prevention of anomalies; orthodontic treatment.

В данной работе нами была поставлена следующая цель: рассмотреть такие конструкции протезов, которые не только не задерживают рост челюстных костей, но и оказывают ряд благоприятных воздействий на нормальное развитие и рост всего организма и зубочелюстной системы в частности.

Клинико-биологическим показанием необходимости протезирования зубов и зубных рядов у детей является актуальным в современной стоматологии детского возраста. Одной из основных особенностей, отличающих ребенка от взрослого, является быстрый рост. Как известно, средний вес новорожденного 3,6 кг. К 7 годам ребенок должен весить около 20 кг (его вес увеличивается примерно в 6 раз), а к 15 годам — 40—45 кг (увеличение в 13—15 раз). Для того чтобы организм нормально развивался необходимо не только достаточное и полноценное питание, но и полное усвоение питательных веществ, витаминов, минеральных веществ и микроэлементов. Не менее важной особенностью детского организма является несовершенная ферментативная активность желудочно-кишечного тракта. Следовательно, полноценное усвоение питательных веществ возможно при условии качественного пережевывании пищи, что зависит от состояния зубочелюстной системы ребенка [1]. Образование дефектов зубных рядов, т. е. анатомические нарушения, ведут к нарушениям функций, а функциональные нарушения

усугубляют морфологические нарушения в зубочелюстной системе. Сформировавшийся порочный круг приводит к целому ряду нарушений в развитии всего организма в целом. Это и служит основой клинко-биологического обоснования необходимости протезирования зубов и зубных рядов у детей. Кроме того, от состояния зубов и зубных рядов зависит функция жевательных мышц, устойчивость периодонта, полноценное формирование альвеолярных отростков и челюстных костей, т. е. сохраняется морфо-функциональное равновесие всей зубочелюстной системы и её нормальное развитие и рост.

На нормальный процесс развития и роста челюстных костей стимулирующее воздействие оказывают три основных фактора.

Первый фактор — биологическая потенция к росту, которая заложена в природе молодой развивающейся ткани, органа и всего организма.

Второй фактор — процесс прорезывания зубов.

Третий фактор — нагрузка во время жевания. При отсутствии зубов, вследствие кариозного разрушения и удаления их, как известно, происходит атрофия костной ткани в области утраченных зубов. Тем более кость плохо развивается при ретенции зубов и адентии.

Причины отсутствия зубов у детей могут быть самыми различными. Каждая из них дает типичный характер дефекта зубных рядов и требует особого подхода в отношении протезирования. Рассматривая этиологические факторы, первое место среди причин дефектов зубов и зубных рядов занимает кариес и его осложнения, неподдающиеся консервативному лечению — 57,6 %, травма — 32,6 %, адентия — 6,3 %, новообразования и местные воспалительные процессы — 2,3 %, ретенция — 1 %, инфекционные заболевания (сифилис, туберкулез, нома) — 0,2 %.

Кариес и его осложнения — основная причина потери зубов у детей. Чаще всего разрушаются или отсутствуют фронтальные зубы — 53 %, затем первые моляры — 29 %, далее премоляры — 9,5 % [7].

В числе причин разрушения или отсутствия зубов у детей и подростков на втором месте стоит травма. Исследователь А.А. Лимберг приводит данные о частоте травматических повреждений, около 25 % всех переломов челюстей приходится на детский и юношеский возраст [3]. Статистические данные о частоте травм в различные возрастные периоды свидетельствуют о ее последовательном увеличении. Большинство повреждений в детском возрасте неблагоприятно отражаются на процессах роста и развития челюстей, формирования и прорезывания зубов.

Адентия (полное отсутствие зубов), как фактор отсутствия зубов, наблюдается у людей проживающих в различных географических условиях и различных рас неодинаково и колеблется от 0,15 % (Канада) до 10,4 % (Норвегия).

Кроме термина «адентия», для характеристики врожденного отсутствия отдельных зубов в литературе встречаются и другие: «первичная адентия» (Курляндский В.Ю., 1957), «гиподонтия» (Калвелис Д.А., 1957), адонтия (Бетельман А.И. и др., 1965), «олигодонтия». Однако, термин «адентия» является наиболее распространенным. Различают частичную и полную адентию [2].

По данным Х.А. Каламкарова (1973), полная адентия встречается очень редко, а частичная составляет — 0,9 % от числа зубочелюстных аномалий у детей. По данным Агаджаняна С.Х. (1983), адентия отдельных зубов встречается — у 21,5 % пациентов, обратившихся за ортодонтической помощью: адентия 1—2 зубов наблюдается у 48,5 % пациентов, до 4 зубов — у 15,9 %, до 10 зубов — у 15,3 %, 10 зубов и более — у 20,3 %. Отсутствие зубов на верхней челюсти составляет — 53,6 %, на нижней — 46,4 %. Чаще наблюдается адентия вторых премоляров — 24 %, боковых резцов — 18 %, третьих постоянных моляров — 16 % [2]. Чаще других зубов отсутствуют верхние боковые резцы, верхние или нижние вторые премоляры, третьи моляры. Кроме перечисленных зубов, отмечается врожденное отсутствие также отдельных или всех нижних резцов, первых премоляров, вторых моляров. Редко встречается адентия отдельных клыков.

Протезирование детей с истинной адентией необходимо осуществлять в обязательном порядке и приступать к этому нужно как можно раньше. Эти дети отстают в росте и весе не только по внутренним причинам общего характера, но и вследствие того, что организм не получает в полном объеме достаточно механически переработанную пищу, необходимую для его нормального физического развития. Протезирование детей с адентией четвертой группы не является обязательным, и вопрос о показаниях к нему должен решаться индивидуально.

Какова же нуждаемость детского населения Российской Федерации в ортопедическом лечении. Литературные статистические данные свидетельствуют о том, что:

1. Дети с временным прикусом имеют дефекты зубов и зубных рядов в 48,5 % случаев, из них 25,1 % детей нуждаются в протезировании, т. е. каждый 4-й ребенок;

2. В возрасте от 7 до 14 лет нуждаются в протезировании 29,8 % т. е. 1 из 3 детей.

3. В возрасте от 14 до 17 лет нуждается в протезировании 38,6 %, из них — 37,7 % — несъемными конструкциями и 1,3 % — съемными конструкциями зубных протезов [8].

Нуждаемость в ортопедическом лечении детей в г. Санкт-Петербурге:

1. Дети с временным прикусом в 29,1 % случаев нуждаются в протезировании зубов и зубных рядов.

2. В возрасте от 7 до 14 лет нуждается в протезировании 34,1 % детей.

3. В возрасте от 15 до 17 лет нуждается в протезировании 37,1 % детей, из них около 2,1 % — съемными конструкциями зубных протезов [6].

Процентное выражение нуждаемости детей г. Санкт-Петербурга в ортопедическом лечении не превышает средние федеральные данные по всем возрастным группам. При проведении обследования и определения распространенности дефектов зубных рядов для удобства регистрации, систематизации и статистической обработки полученных результатов была предложена специальная карта обследования. Она отражает необходимые параметры позволяющие определить достоверные значения процента распространенности дефектов зубных рядов у детей, их характер и нуждаемость в своевременном и рациональном протезировании.

Конструкции зубных протезов, применяемые в клинике протезирования детей, имеют особенности, обусловленные особенностями детского организма и их назначением [1]. Основное показание к их применению — нормализация функции жевания, глотания, речи, дыхания, профилактика морфологических и функциональных нарушений в зубочелюстно-лицевой области, воспалительных заболеваний желудочно-кишечного тракта и др.

Конструкции протезов должны быть простыми, дабы не осложнять процесс их изготовления, быть доступными для всех детей, нуждающихся в протезировании. В практике зубного протезирования детей применяются следующие конструкции зубных протезов: вкладки, коронки, штифтовые зубы, съемные пластиночные протезы, мостовидные протезы и распорки, а также протезы — аппараты.

Методы лечения детей с зубочелюстными аномалиями можно разделить на три группы [5]:

I. Аппаратные

1. Съемные

2. Несъемные
- II. Хирургические
- III. Протетические

К первой группе можно отнести — *аппараты механического действия*

Которые характеризуются тем, что сила их действия заложена в конструкции самого аппарата. Источником силы является активная часть аппарата: дуга, пружина, винт, резиновая тяга и т. д. Величина этой силы регулируется врачом. При использовании аппаратов механического действия рекомендуется применять силу, не превышающую кровяное давление в капиллярах (не более 20 г на 1 см²) [8]. Такие силы создают оптимальные биологические условия для перестройки тканей, окружающих перемещаемый зуб. При применении больших сил возникает длительное сдавление кровеносных сосудов и нервных рецепторов, что может привести к ишемии тканей и возникновению очагов некроза с последующим образованием рубцовых тканей, препятствующих перемещению зубов. Применение больших сил может закончиться также резорбцией корня, подвижностью или гибелью зуба [6].

Аппараты функционального действия

Особенностью этой группы аппаратов является отсутствие в их конструкции активно действующих элементов. Лечебное действие этих аппаратов заключается в нормализации функции мышц челюстно-лицевой области, устранении вредных привычек и т. д.

К современным съемным ортодонтическим аппаратам можно отнести преортодонтические трейнеры, лечение с помощью которых можно начинать еще в молочном прикусе — в возрасте 4—5 лет. При этом становится возможным устранение вредных привычек (сосания языка, пальца), или избыточного давления мышц челюстно-лицевой области, приводящего к неправильному формированию прикуса у ребенка. Метод позволяет начать исправление прикуса в раннем возрасте, начиная с 5 лет, причём наиболее простым и безболезненным для ребёнка способом. Со временем нормализуется функция мышечного аппарата, восстанавливаются нормальные акты дыхания, глотания, что позволяет в последующем избежать рецидивов. Трейнер изготавливается из эластичного силикона, и позволяет мягко снять избыточное давление мышц челюстно-лицевой области на зубные ряды, разобщает губы и вестибулярные поверхности зубов, а также позиционирует зубные ряды друг относительно друга. Носят преортодонтические трейнеры во время ночного сна и всего 1 час днём. Он очень удобен

в использовании, поскольку носится во время ночного сна и всего 1 час днём. В результате лечения у ребёнка плавно происходит исправление прикуса ещё в раннем возрасте, выравниваются зубы и заметно улучшаются черты лица. Кроме того, нередко отпадает необходимость дальнейшего ортодонтического лечения. Лечение рассчитано на 2 этапа с минимальным использованием аппаратов (1 час днём плюс всю ночь). При этом используются два вида трейнеров — начальный (голубого цвета) более мягкий и гибкий, что обуславливает легкость адаптации к его ношению даже при выраженных нарушениях. Используется первые полгода.

Окончательное выравнивание зубов достигается применением твердого трейнера розового цвета. Используется в последующие 6—12 месяцев. Если аномалия прикуса выражена не резко, лечение можно начать прямо с него.

Результативность лечения, начатого в раннем возрасте очень высока — 90 %. Если трейнер применялся регулярно на протяжении указанного врачом времени, то более чем в 70 % случаев отпадает необходимость дальнейшего ортодонтического лечения с использованием дорогостоящих брекет-систем.

К несъемным аппаратам принято относить эджуайз технику (брекеты).

Современные аппараты позволяют перемещать зубы не только наклонно, но и корпусно в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, однако для расширения зубных рядов целесообразно комбинировать несъемные и съемные аппараты.

В настоящее время наиболее широкое применение получили аппараты с фиксацией брекетов непосредственно к эмали коронок зубов при помощи композиционных материалов. Для этого выпускают наборы брекетов, имеющих рифленую опорную площадку, изогнутую по форме вестибулярной поверхности коронки зуба. В используемые современной эджуайз — технике дуги имеют различное сечение: круглое, квадратное, прямоугольное. Дуга может быть монолитной или скрученной из 3—6 нитей (флекс-дуга). Диаметр применяемых дуг различный: от 0,41 мм и выше. Перемещение зубов по дугам осуществляется с помощью эластичных резиновых тяг или пружин, которые могут работать на сжатие или расширение. **В настоящее время большое распространение получила брекет-система Damon Q**-спецификой которой является конструкционная замена лигатур (резиновых тяг) и прочих элементов фиксирующих дугу. В результате дуга свободно скользит в пазах брекета, ничем не связанная. Это позволяет использовать дугу слабой силы, т. к. ей не нужно

преодолевать силу лигатурного связывания. Дуга практически пассивна. Отсюда и произошло понятие технологии пассивного самолигирования.

Современны хирургические методы лечения ортодонтических аномалий включают в себя применения микроимплантов — это винты, сделанные из 99,2 % титана или различных его сплавов титана. Микроимпланты улавливаются в костную ткань верхней или нижней челюсти и служат опорными пунктами, помогающими перемещать зубы при ортодонтическом лечении. Во-первых, это нужно для ускорения процесса лечения и достижения более точных результатов лечения, как с эстетической точки зрения, так и с позиции создания хороших контактов между зубами.

Во-вторых, применение микроимплантов позволяет в ряде случаев вообще обойтись без использования брекет-системы или свести время лечения к минимуму. Метод ортодонтического перемещения зуба основан на механическом принципе третьего закона Ньютона, который гласит, что сила действия равна силе противодействия. Поэтому при перемещении зубов необходимо иметь хорошую опору. Традиционно таковой является зуб или несколько зубов. Данный способ не очень хорош, поскольку под действием силы опорные зубы также будут совершать встречное перемещение.

Протетический (ортопедический) метод используется при лечении лиц с полностью сформированным постоянным прикусом и завершенным ростом челюстей как заключительный этап комплексного лечения или в случаях, когда ортодонтическое лечение нецелесообразно: при фронтальной диз-окклюзии с небольшой вертикальной щелью, мезиальной окклюзии с недоразвитием переднего участка верхней челюсти, скелетной форме глубокой окклюзии в сочетании с дефектами зубных рядов и снижением межокклюзионной высоты, а также при врожденной адентии [4]. Основными задачами протетического лечения таких больных являются: создание контактов в области фронтальной группы зубов, обеспечение множественных контактов антагонистов в области жевательных зубов, нормализация межокклюзионной высоты, устранение косметических недостатков, связанных с наличием аномалии (например, западения верхней губы). Могут применяться как съемные, так и несъемные протезы. При выборе съемных протезов предпочтительнее бюгельные протезы и протезы с металлическим базисом. При использовании несъемных протезов предпочтение необходимо отдавать металлокерамическим конструкциям. В некоторых случаях приходится прибегать к конструированию протезов с дублированным (двойным) зубным рядом.

Список литературы:

1. Варава Г.М., Стрелковский К.М. Ортодонтия и протезирование в детском возрасте. Учебное пособие М.: Медицина, 1979.
2. Калвелис Д.А. Ортодонтия. М., Медицина, 1994 г.
3. Лимберг А.А. Планирование местнопластических операций, Монография. М.: Медгиз, 1963. — 509 с.
4. Ульяновская С.А., Шурундина С.С. «К вопросу об аномалиях колличества зубов» ГБОУ ВПО СГМУ Минздравсоцразвития, 2012.
5. Хорошилкина Ф.Я., Френкель Р., Демпер Л.М., Мольгин Ю.М. Диагностика и функциональное лечение зубочелюстно-лицевых аномалий. М., Медицина, 2011 г.
6. Хорошилкина Ф.Я., Мольгин Ю.М. Основы конструирования и технология изготовления ортодонтических аппаратов. М., Медицина, 2011 г.
7. Черноморченко Н.С. Профилактика кариеса и заболеваний пародонта у ортодонтических пациентов, С 56 Современная медицина: актуальные вопросы / Сб. ст. по материалам ХLI междунар. науч.-практ. конф. № 3 (39). Новосибирск: Изд. «СибАК», 2015. —104 с.
8. Шарова Т.В., Рогожников Г.И. Ортопедическая стоматология детского возраста. М., Медицина, 1991 г.

СЕКЦИЯ 6.

ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

К ВОПРОСУ ОХРАНЫ МАТЕРИНСТВА И ДЕТСТВА НА КРАЙНЕМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ СССР В 1941—1945 ГГ.

Князькина Татьяна Анатольевна
канд. ист. наук, доцент Филиала ДВФУ
в г. Петропавловске-Камчатском,
РФ, г. Петропавловск-Камчатский
E-mail: knyazkina@inbox.ru

TO THE QUESTION OF PROTECTION OF MOTHERHOOD AND CHILDHOOD IN THE FAR NORTH-EAST OF THE USSR IN 1941—1945

Tatyana Knyazkina
PhD (History), Associate Professor Branch
of the Far Eastern Federal University in Petropavlovsk-Kamchatsky,
Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky

АННОТАЦИЯ

В статье на основании архивных документов автором предпринята попытка рассмотреть малоизученную страницу истории здравоохранения на крайнем северо-востоке СССР — охрана материнства и детства в годы Великой Отечественной войны.

В этот период органы власти стали больше уделять внимание вопросам родовспоможения, борьбе с детскими инфекционными болезнями, мерам по поддержке матерей и детей: обеспечение дополнительным питанием, патронаж, расширение сети детских учреждений.

ABSTRACT

In article on the basis of archival documents the author attempts to examine the little-known page of history of public health in the far North-East

of the USSR — the protection of motherhood and childhood in the great Patriotic war.

During this period, the authorities began to pay more attention to obstetric care, childhood communicable diseases, measures to support mothers and children: the provision of additional power, the patronage, the expansion of the network of children's institutions.

Ключевые слова: история здравоохранения; охрана материнства и детства; крайний северо-восток СССР; 1941—1945 гг.

Keywords: history of health; protection of motherhood and childhood; the far North-East of the USSR; 1941—1945 years.

Одной из важнейших социальных функций государства, его местных органов власти в годы войны явилась забота о здоровье детей. К 1941 году в стране была в основном построена система охраны материнства и детства. На крайнем северо-востоке СССР (Камчатская область, включая Чукотку и Корякию в составе Хабаровского края) эта система только начинала развиваться.

Целью статьи является исследование состояния медицинской помощи женщинам и детям в период Великой Отечественной войны на крайнем северо-востоке СССР.

Проблема, избранная для научного исследования, нашла некоторое отражение в трудах исследователей, но в территориальных рамках крайнего северо-востока не изучалась.

Война создала серьезные трудности в деле медицинского обслуживания всего населения, в том числе женщин и детей. Широкое вовлечение женщин в производство в годы войны, тяжелая работа, плохие бытовые условия, отсутствие патронажа беременных создали условия для развития заболеваний, осложняющих беременность, роды и послеродовой период. Не все предприятия в национальных округах были охвачены медицинской помощью.

Ряд распоряжений государственных органов власти были нацелены на помощь и поддержку материнства и детства. Так, в Камчатской области реализовывалось постановление СНК СССР от 24.07.1942 г. о продаже дополнительного набора продуктов для кормящих и беременных женщин, начиная с 6-го месяца беременности и в течение 2 месяцев после родов, по которому устанавливался ежемесячный дополнительный набор продуктов: масла, сахара, крупы, свежего молока. При наличии показаний жители городской местности — беременные и кормящие женщины получали паек, в составе которого были продукты: белый хлеб или белая мука,

молоко — 10 л., крупы — 2 кг, сахар — 500 гр. [6] Также организовывалась продажа белья для новорожденных по справкам детских консультаций, без карточек.

В конце 1942 г. органы здравоохранения приступили к укомплектованию городских и сельских медицинских учреждений врачами-педиатрами, которые вели наблюдение за здоровьем детей, проводили профилактику болезней детского возраста. На крайнем северо-востоке существовали детские кабинеты, детские консультации. С 6 мая 1943 года стала функционировать первая детская городская поликлиника. Только за полгода своей работы было проведено 17033 врачебных приемов [1].

Органы здравоохранения проводили работу по улучшению родовспоможения. В резолюции всесоюзного совещания по детскому здравоохранению в 1943 году, подчеркивалась необходимость усиления организационно-методической работы по охране здоровья женщин и детей; введения в практику работы родовспомогательных учреждений анализа всех случаев материнской и детской смертности с обсуждением каждого случая; улучшения дела родовспоможения на селе.

В 1944 г. на Всесоюзном совещании по охране материнства и детства были намечены пути улучшения организации работы этой службы. В области охраны здоровья женщин важная роль отводилась сохранению коек в учреждениях родовспоможения, повышению уровня охвата родовспоможением [8, с. 427]. В медицинских пунктах сельской местности появлялись родильные койки (от 5 до 7).

08.07.1944 г. вышел в свет Указ «Об увеличении государственной помощи беременным женщинам, многодетным и одиноким матерям, усилении охраны материнства и детства...». Документ вновь декларировал необходимость расширять сеть учреждений родовспоможения, организовывать на предприятиях с массовым применением женского труда комнат для кормления детей грудью и комнат личной гигиены и др. За военный период численность фельдшерско-акушерских и фельдшерских пунктов значительно увеличилась — с 90 до 110.

22.05.1942 г. Наркомздрав СССР издал приказ «О противоэпидемической работе городских поликлиник и амбулаторий и укреплении участковой территориальной системы медицинского обслуживания городского населения». Под усиленный санитарный надзор были взяты детские учреждения.

На крайнем северо-востоке СССР проводились разнообразные мероприятия по предупреждению детской заболеваемости: во-первых, усиление медицинского контроля за детьми в яслях, во-вторых,

санитарно-просветительская работа среди матерей, в-третьих, снабжение детей раннего возраста диет-питанием через молочные кухни. За годы войны возросло количество молочных кухонь. По объему своей работы они превратились в пункты питания, нередко обеспечивающие детям полное дневное питание.

Врачам рекомендовалось практиковать раннюю диагностику и госпитализацию детей, а также контролировать санитарную обработку очагов инфекции. С целью укрепления здоровья детского организма медицинскими работниками велась систематическая пропаганда грудного вскармливания и борьба с ранним прикормом. Руководители медучреждений перестраивали работу амбулаторий, обеспечив патронаж детей до 1 года, стремились охватить медицинской помощью детей на дому, не оставляя ни одного не выполненного вызова к ребенку на другой день. С помощью радио, наглядной агитации население призывалось к строгому санитарному контролю.

Председатели рыбных кооперативов обязывались обеспечивать продуктами питания, в первую очередь молоком, детские больничные учреждения, ясли, организовать дополнительное питание, выпечку и продажу белого хлеба детям до 12 лет [9, с. 299].

В годы войны на крайнем северо-востоке среди детского населения получили распространение инфекции. В 1941 г. на Чукотке коклюшем переболело 506 человек, дифтерией, корью, скарлатиной 500 человек, в отдельных селениях вымерли все [7]. Заболевания детей условно можно разделить на местные (грипп, колиты, коклюш) и на завозные (скарлатина, корь, дифтерия), которые возникали с заходом пароходов из Владивостока.

В августе 1943 г. приказ Хабаровского крайздравотдела «О предупреждении распространения детской инфекции» обязывал отделы здравоохранения края проводить меры по борьбе с дифтерией, корью, коклюшем. В первую очередь, иметь неснижаемый запас дифтерийной сыворотки, противокоревой сыворотки — 1 литр в каждом медицинском пункте. К работе привлекался весь медперсонал, который устанавливал систематический контроль за своевременной иммунизацией вновь прибывших детей до 1 года. В приказе подчеркивалось безусловная госпитализация заболевших детей. При установлении диагноза коклюша открывались группы: карантинные для контактировавших, для круглосуточного пребывания больных детей. К ответственности привлекались врачи, и фельдшера в каждом случае неправильного проведения мер по борьбе с заболеваниями.

К борьбе с инфекционными заболеваниями подключались и руководители предприятий. Председатели рыбных кооперативов обязывались обеспечить 100 % госпитализацию всех случаев детских инфекционных заболеваний, для чего развернуть на весенне-летний период дополнительные койки в больницах, прикрепить к учреждениям постоянных медработников.

Предположительно, в результате принятых мер значительно уменьшилась смертность детей до 1 года. На 1945 г. она составила 7,1 % к числу родившихся, что на 7,8 % меньше по сравнению с 1941 г. [4]. Однако она оставалась значительной. Особенно высокой была младенческая смертность на Чукотке: у эвенов она достигала 43 %, у чукчей — 68 % [10, с. 95]. В отчетных документах архивов указывались следующие причины смертности, заболеваемости: плохо организован патронаж новорожденных, отсутствует плановое наблюдение со стороны врачебного среднего персонала за физиологическим развитием ребенка, недостаточно организованы предупредительные меры, особенно серопротекция против кори, отсутствует участковый принцип обслуживания детей, организация детского диетического питания, санитарное состояние городов и др. (особенно водоснабжение) [5].

В годы войны перестройке подверглась работа сельских яслей — они были приближены к колхозному производству с тем, чтобы максимально высвободить время и силы колхозниц-матерей для общественно-полезного труда. В руководящих документах подчеркивалась необходимость бесперебойной работы ясель, тесно связанной с выполнением производственных планов.

В этот период значительно выросла сеть постоянных и сезонных сельских яслей, так как решающей силой на селе были женщины. Так, например, только в Усть-Большерецком районе в 1943 г. 427 среднегодовых постоянных ясельных коек не в состоянии были удовлетворить потребности. Дополнительно открывалось 215 коек на рыбных предприятиях и 700 коек в колхозах [2]. Количество детских яслей увеличилось на 164 %, а мест в них на — 220 % [12]. Рост сети детских учреждений шел не за счет строительства новых, а за счет их открытия в помещениях рыбокомбинатов, колхозов. На территории Петропавловска-Камчатского и его городской черте имелось 12 детских яслей с числом коек 699. Типовые ясли одни, остальные размещены в приспособленных помещениях. В среднем полезная площадь на 1 ребенка составляла 1,59 кв. м вместо 2,25 кв. м. [11, с. 427]. В рассматриваемый период ощущалась нехватка помещений под детские ясли.

Важное значение для эффективной работы на производстве родителей имела работа детских учреждений. В рыболовецких и сельскохозяйственных колхозах на период путины и сельскохозяйственных работ за счет средств колхозов и родителей организовывались детские площадки. Так, только в Корякии на 1944 г. была утверждена сеть из 23 детских площадок и контингент — 440 детей [3]. Исполкомы отвечали за подготовку воспитательниц из числа лучших колхозников и обеспечение детских площадок всем необходимым: доброкачественными продуктами, получаемыми от животноводческих ферм и огородничества, помещениями, отвечающими санитарным требованиям, твердым и мягким инвентарем, посудой, игрушками и т. д. На протяжении летнего периода организовывался контроль и помощь в работе колхозных детских площадок со стороны учителей. Силами врачей и педагогов планировалось организовать 20-дневный семинар по подготовке воспитательниц для колхозных детских площадок и подобрать для этого грамотных колхозниц. Осуществлялся медицинский контроль за работой детских яслей, прикрепленными к ним постоянными кадрами медработников.

В годы Великой Отечественной войны вопросы охраны материнства и детства получили новое решение. Массовое вовлечение женщин в производство привело к необходимости создавать и расширять сеть медицинских учреждений для женщин и детей, осуществлять поддержку этой категории населения, больше уделять внимание борьбе с детскими заболеваниями.

Список литературы:

1. ГАКК, Ф. Р- 296. Оп. 1. Д. 2. Л. 6.
2. ГАКК, Ф. Р-207. Оп. 1. Д. 42. Л. 77—78.
3. ГАКК, Ф. Р-164. Оп. 1. Д. 43. Л. 109,109 об.
4. ГАХК, Ф. Р-683. Оп. 1. Д. 231. Л. 82.
5. ГАХК, Ф. Р-683. Оп. 2. Д. 194. Л. 1—3.
6. Государственный архив Камчатского края (ГАКК) Ф. Р-88. Оп. 1. Д. 56. Л. 34—35.
7. Государственный архив Хабаровского края (ГАХК) Ф. Р- 682. Оп. 2. Д. 310. Л.
8. Здравоохранение России в XX веке / сост. Б. Кринишина. М.: Медицина, 2001. — 745 с.
9. Камчатская область в годы Второй мировой и Великой Отечественной войн 1941—1945 гг. / под ред. В.А. Ильиной. Петропавловск-Камчатский: Новая книга, 2010. — 492 с.

10. Колпакова Т.А. Политика советского государства в отношении коренных малочисленных народов Дальнего Востока (1945—1960 гг.): Дис. ...канд. ист. наук: 07.00.02. Комсомольск-на-Амуре, 2006 — 176 с.
11. Петропавловск-Камчатский. История города в документах и воспоминаниях 1940—1990. Петропавловск-Камчатский: Дальневост. кн. изд-во, Камч. отделение, 1994. — 560 с.
12. Подсчет автора по ГАКК Ф. Р-419. Оп. 1. Д. 75. Л. 16—18.

РОЛЬ ФИНАНСОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ И ПОВЫШЕНИИ БЛАГОСОСТОЯНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Ооржак Рада Патрисовна

*научный сотрудник, «Тувинский институт гуманитарных
и прикладных социально-экономических исследований»*

РФ, Республика Тыва, г. Кызыл

E-mail: sengil@mail.ru

THE ROLE OF FINANCIAL EDUCATION IN ECONOMIC DEVELOPMENT AND GROWTH OF HUMAN WELL-BEING

Rada Oorzhak

scientific worker

Tuvin Institute for applied studies of humanities and social and economics

Russia, Republic of Tyva, Kyzyl

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена значению финансового образования. Автором рассматривается связь между финансовым образованием населения и благосостоянием экономики, ключевую роль в котором играют государственные учреждения.

ABSTRACT

This article deals with the importance of financial education. The author examines the relationship between financial education of the population and wealth of the economy, the key role in which is played by public institutions.

Ключевые слова: финансовая грамотность; финансовое образование; экономика; личный и семейный бюджет; кредиты; молодежь.

Keywords: financial literacy; financial education; economics; personal and family budget; loans; young people.

Сегодня мир финансов более многообразен, чем прежде, и без подготовки, специальных знаний в нем сложно разобраться. Значение финансового образования сегодня актуально как никогда. Финансово грамотные люди продуманно подходят к управлению личным и семейным бюджетом, защищены от финансовых рисков и действий мошенников. Они способны повышать уровень материального благополучия за счет распределения имеющихся денежных средств и планирования будущих расходов. Слабое понимание финансовых вопросов влияет не только на благосостояние отдельных граждан, но и на долгосрочную экономическую стабильность государства.

Государство должно вырабатывать цели, программы и способы их достижения — быть единым координационным центром, организатором публичной дискуссии по этой теме, определять единые стандарты [3].

Во многих странах мира с 2003 года принимаются государственные программы, образуются инициативные группы для реализации различных мероприятий по повышению финансовой грамотности населения, как в развивающихся, так и развитых государствах, таких как: Финляндия, Республика Корея, Германия, Япония, Великобритания, Южная Африка, Канада, США и т. д.

Финансовая грамотность населения России находится на неудовлетворительно низком уровне, что влечет за собой проблемы финансовой безопасности граждан, угрозы для стабильности финансовой системы и, в конечном счете, отрицательно сказывается на темпах роста благосостояния населения России. Более 70 лет развития страны в рамках социалистической экономической модели и идеологии практически стерли у большинства граждан России какое-либо представление о финансовых продуктах и услугах. Переход страны к рыночной экономике застал большинство россиян совершенно неподготовленными к современным концепциям финансовых рынков и неспособными принимать правильные финансовые решения. Ситуацию усугубили денежные реформы, проведенные государством в начале 90-х годов двадцатого века, многочисленные финансовые пирамиды и финансовый кризис августа 1998 года. Широко распространено мнение, что общество до сих пор не вышло из полосы нестабильности. Отсутствие доверия к власти и ее финансовым

институтам лишает граждан возможности строить долгосрочные стратегии роста благосостояния и переводит значительную часть возможных накоплений в сферу потребления. Развитие рыночной экономики в России не привело к радикальному повышению уровня практической финансовой грамотности населения. Финансовые знания и умения распространены крайне неравномерно, отсутствие знаний влечет за собой не только низкий уровень доходов и потребления, но и низкий уровень образования и здравоохранения [2].

К перечню стран, реализующих программы и инициативы повышения финансовой грамотности, присоединилась и Россия, в начале 2011 года стартовала государственная программа «Содействие повышению уровня финансовой грамотности населения и развитию финансового образования в России». Данная программа предполагает повышение финансовой грамотности российских граждан, содействие формированию у российских граждан разумного финансового поведения, принятию обоснованных решений и ответственного отношения к личным финансам, повышение эффективности в сфере защиты прав потребителей финансовых услуг.

Одним из ключевых направлений программы является реализация региональных программ повышения финансовой грамотности [4].

С целью привлечения внимания молодежи к планированию личного бюджета с 9 по 17 марта 2015 года в России впервые состоялась Неделя финансовой грамотности для молодежи, организованная Министерством финансов Российской Федерации в рамках названной выше программы. За это время более 15-ти тысяч студентов и школьников в 17 различных регионах страны приняли участие в 300 бесплатных образовательных мероприятиях. Идентичные мероприятия были организованы и в Туве [1].

В рамках мероприятий, проводимых по Распоряжению Правительства Республики Тыва № 66-р от 26.02.2015 года «О проведении месячника финансовой и правовой грамотности населения Республики Тыва в сфере потребительского кредитования», март объявлен месяцем финансовой и правовой грамотности населения Республики Тыва. По инициативе Министерства финансов Республики Тыва рабочая группа, состоящая из представителей различных министерств и ведомств, в том числе службы судебных приставов, налоговой службы, представителей банков и научного сообщества, организовали информационно-просветительские семинары для граждан отдельных муниципальных образований на всей территории республики.

На семинарах слушатели познакомились с такими понятиями, как «финансовое планирование», «личный и семейный бюджет»,

«сбережения», «финансовая грамотность», «подушка» финансовой безопасности» и т. д. Обсудили наиболее волнующие вопросы — кредиты, в том числе деятельность микрофинансовых организаций, социальные выплаты, долги по кредитам и др. Большую заинтересованность и понимание необходимости финансового образования проявили школьники и студенты города Кызыла.

Как показала практика, большая часть населения республики плохо или совсем не разбирается в вопросах финансового планирования, которые влияют на его жизнь и зачастую с трудом принимает обоснованные решения по вопросам сбережений, пенсий и кредитов.

По наиболее актуальным темам научными сотрудниками сектора финансовой аналитики Тувинского института гуманитарных и прикладных социально-экономических исследований для населения разработаны информационные буклеты на русском и тувинском языках: «Планирование личного бюджета», «Памятка кредитным должникам», «Региональный материнский капитал», «Постановка на учет в Центр занятости населения по безработице», «Имущественный вычет». Тематика выбиралась исходя из потребностей граждан, готовые буклеты распространялись во время семинаров.

Одна из существенных проблем, связанных с недостатком образования и навыков в области финансов, — отсутствие планирования личного или семейного бюджета.

Одной из возможных причин финансовой неграмотности населения является неконкурентоспособность целых отраслей и производств, низкая производительность труда и слабая ее организация, преимущественно заключающаяся в низкооплачиваемых рабочих местах и в дефиците специалистов требуемой квалификации, в результате — низкий уровень доходов населения от занятости. Ограниченные возможности потребления и определенный образ жизни оставляют свой отпечаток в финансовом поведении многих граждан. Повсеместное распространение этого фактора выявлено в сельской местности. Зачастую неправильно принятые в свое время финансовые решения ложатся тяжелым бременем на долгие годы.

Мероприятия, проведенные в рамках «Месячника финансовой и правовой грамотности населения Республики Тыва в сфере потребительского кредитования» показали, что распространена категория граждан, представители которой думают, что сложно планировать личный и семейный бюджет, считая уровень своей финансовой подготовки недостаточным, в то время как граждане другой категории переоценивают свое понимание финансовых вопросов, не осознают степень своей неосведомленности. В результате граждане и той и другой

категории принимают необоснованные финансовые решения или становятся жертвой финансовых злоупотреблений и мошеннических схем. Немаловажным фактом является и то, что финансовая неграмотность передаётся из поколения в поколение. Не имея возможности преумножить свои знания в данной области, родители прививают и передают своим детям неверные навыки управления личными финансами.

Следовательно, финансовые ресурсы есть то общее, что объединяет интересы всех участников социально-экономических процессов, протекающих на определенной территории. И от эффективной системы управления зависит социально-экономическое благополучие региона. Чем выше уровень развития системы управления, тем в большей степени обеспечивается баланс интересов взаимодействующих структур, тем выше социальная стабильность общества и благоприятны условия для экономического роста.

Финансовая неграмотность значительной части населения остается одной из главных социальных угроз успешного развития общества. Борьба с неграмотностью является составной частью государственного регулирования в сфере социальной политики. Неграмотность подразумевает под собой не только низкий уровень доходов и потребления, но и низкий уровень образования.

Таким образом, государству необходимо объединить заинтересованные организации на всех уровнях, выступить в качестве координатора и контролировать деятельность отдельных учреждений на всех этапах реализации разработанных программ по повышению финансовой грамотности населения.

Несомненно, в республике начался период изучения уровня финансовой грамотности населения и накопления опыта в данном направлении. Результаты этого позволят разработать востребованные и действенные мероприятия по адаптации граждан в новых экономических реалиях, эффективность которых должна найти отражение в росте качества жизни населения и экономики.

Для точного определения уровня финансовой грамотности необходимо провести социологический опрос населения, результаты которого позволят оценить уровень знаний широких слоев населения, увидеть полную и достоверную картину, выявить пробелы в знаниях и восполнить их, подобрав наиболее подходящие методы и темы для просвещения граждан.

Время диктует новые правила, и без финансового образования неподготовленный человек может потеряться в «финансовых джунглях». Необходимы программы, включающие в себя мероприятия, охватывающие наиболее незащищенные слои населения,

малообеспеченные семьи, пожилых людей пенсионного возраста и молодежь, одиноких матерей и отцов.

Одним из главных факторов успешной реализации программ являются квалифицированные кадры, которые будут обучать финансовой грамотности население. К повышению квалификации следует привлечь не только преподавателей образовательных учреждений, но и социальных работников.

Наиболее актуальные вопросы финансовой грамотности, требующие разъяснения для широких слоев населения:

- Что такое семейный бюджет и как его планировать? О планировании «финансовой подушки». Как спланировать обучение ребенка, семейный отдых и т. д.

- Жизнь в долг. Виды и условия кредитования, какие меры предпринять при возникновении временной неплатежеспособности, как получить информацию о кредитной истории.

- Защита потребителя от мошеннических действий, основы страхования денежных вложений, жизни, машины, дома и т. д.

- Поддержка молодых и начинающих предпринимателей на государственном уровне, составление перечня необходимых и востребованных на данный момент направлений для предпринимательской деятельности в разрезе муниципальных образований.

- Семинары по планированию пенсии, выбору пенсионного фонда, предоставление необходимой информации обо всех возможностях пенсионного сбережения.

Список литературы:

1. В России завершилась первая Неделя финансовой грамотности для детей и молодежи / [Электронный ресурс] Министерство финансов Российской Федерации [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://minfin.ru/ru/om/fingram/news> (дата обращения 05.04.2015).
2. Концепция Национальной программы повышения уровня финансовой грамотности населения Российской Федерации / Международный институт сертифицированных бухгалтеров и финансовых менеджеров. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: http://www.misbfm.ru/node/11143#_Точ231358428 (дата обращения 24.06.2015).
3. Повышение финансовой грамотности населения: международный опыт и российская практика /А.В. Зеленцова, Е.А. Блискавка, Д.Н. Демидов. М.: ЦИПСИР, КноРус, 2012.
4. Содействие повышению уровня финансовой грамотности населения и развитию финансового образования в Российской Федерации / [Электронный ресурс] Министерство финансов Российской Федерации [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://minfin.ru/ru/om/fingram> (дата обращения 05.04.2015).

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научное издание

«ИННОВАЦИИ В НАУКЕ»

Сборник статей по материалам
XLVII международной научно-практической конференции

№ 7 (44)

Июль 2015 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 05.07.15. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 9,375. Тираж 550 экз.

Издательство «СибАК»
630049, г. Новосибирск, Красный проспект, 165, офис 4.
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3