

АЗƏРБАЙЧАН ССР ƏЛМЛƏР АКАДЕМИЯСИ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏ'РУЗƏЛƏР
ДОКЛАДЫ

ТОМ VIII

№ 9

1952

АЗƏРБАЙЧАН ССР ƏЛМЛƏР АКАДЕМИЯСИНЫН НƏШРИЙТЫ
ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР
БАКЫ—БАКУ

АЗƏРБАЙЧАН ССР ƏЛМЛƏР АКАДЕМИЯСЫ
АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

МƏРУЗƏЛƏР ДОКЛАДЫ

ТОМ VIII

№ 9

1952

АЗƏРБАЙЧАН ССР ƏЛМЛƏР АКАДЕМИЯСЫНЫН НƏШРИЯТЫ
ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР
БАКЫ — БАКУ

СОДЕРЖАНИЕ

Математика

А. И. Гусейнов — Исследование одной системы нелинейных сингулярных интегральных уравнений 457

Механика

Р. С. Минсян — Вторичные эффекты при растяжении составного призматического бруса 465

Техника

В. И. Есьман — Уравнение профиля скосов регулятора подачи в системе ветродвигатель—поршневой насос 475

Л. М. Логов и К. Х. Сафаров — Опытная ветроустановка ВДН-5 479

Нефтепромысловое дело

А. Б. Цатурянц — Особенности растворения естественных углеводородных газов сложного состава в нефтях 487

Геохимия

Ш. Ф. Мехтиев и Т. М. Дигурова — К вопросу о зависимости между содержанием гумусового вещества и гранулометрическим составом в битуминозных породах 497

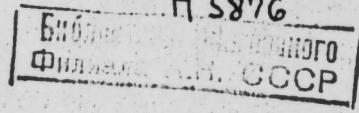
Петрография

Ш. А. Азизбеков и Ф. А. Ахундов — Петрографическая характеристика верхнедевонских отложений Малого Кавказа 501

Ветеринария

М. А. Мусаяев — Результаты специфической профилактики лептоспироза крупного рогатого скота в условиях Азербайджана 507

п-6547
 п. 5876



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ: Алиев М. М., Карасев А. П., Кашкай М. А., Мамедалиев Ю. Г. (зам. редактора), Михайлов К. А., Нагиев М. Ф., Топчибаев М. А. (редактор)

Подписано к печати 28/VIII 1952. Формат бумаги 70×108¹/₁₆=17¹/₈, п. л. 5,14
 учетно-издат. лист. 5. ФГ 18912. Заказ 252. Тираж 700.

Управление по делам полиграфии, издательств и книжной торговли при Совете Министров Азербайджанской ССР.
 Типография „Красный Восток“. Баку, ул. Ази Асланова, 80.

МАТЕМАТИКА

А. И. ГУСЕЙНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОЙ СИСТЕМЫ НЕЛИНЕЙНЫХ
 СИНГУЛЯРНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

(Представлено действ. членом АН Азербайджанской ССР
 Х. И. Амирхановым)

Решение задачи об обтекании проникаемого тела потоком идеальной жидкости приводится к системе нелинейных интегральных уравнений определенного класса. В связи с этим представляет интерес рассмотрение системы нелинейных интегральных уравнений вида:

$$u_i(x) = \lambda f_i(x, u_1, u_2, \dots, u_n, v_1, v_2, \dots, v_n), \quad (1)$$

где λ —параметр, f_i —заданные функции и

$$v_j(x) = \int_a^b \frac{k_j(x, s) u_j(s) ds}{s-x}$$

i, j пробегает значения от 1 до n . Интеграл понимается в смысле главного значения, $k_j(x, s)$ —заданные функции, $u_j(x)$ —искомые функции.

В работе методом последовательных приближений доказывается существование и единственность решения системы (1). Решение системы (1) будем искать в классе H :

$$|u_i(x)| < \frac{L}{|(x-a)|^\alpha |x-b|^\beta} \quad (2)$$

$$|u_i(x + \Delta x) - u_i(x)| < \frac{L}{|x-a|^\alpha |x+\Delta x-b|^\beta} \left(\frac{|\Delta x|}{|x-a| |x+\Delta x-b|} \right)^\beta \quad (3)$$

В одной из моих работ [1] для функции $v(x) = \int_a^b \frac{k(x, s) u(s) ds}{s-x}$ доказана следующая лемма.

Лемма 1*. Если в (a, b) функции $k(x, s)$ и $u(x)$ удовлетворяют условиям:

$$|k(x, s)| < M \quad (4)$$

для всех $(x, s) \in (a, b)$

* Эта лемма также справедлива для системы функции $v_i(x) = \int_a^b \frac{k_i(x, s) u_i(s) ds}{s-x}$ если $u_j(x) \in H$ и $k_j(x, s)$ удовлетворяют условиям (4) и (5).

$$|k(x + \Delta x) s + \Delta s - k(x, s)| < A [|\Delta x|^{\beta_1} + |\Delta s|^{\beta_2}],$$

$$(0 < \delta < \delta_1 < 1)$$

$$u(x) \in H, \quad (5)$$

то функция

$$v(x) = \int_a^b \frac{k(x, s) u(s)}{s - x} ds,$$

при всех x из (a, b) и $0 < \Delta x < \min \left\{ \frac{|x - a|}{4}, \frac{|x - b|}{4} \right\}$ удовлетворяет неравенству:

$$|v(x)| < \frac{CL}{|x - a|^{\alpha} |x - b|^{\beta}} \quad (7)$$

$$|v(x + \Delta x) - v(x)| < \frac{CL}{|x - a|^{\alpha} |x + \Delta x - b|^{\beta}} \left(\frac{|\Delta x|}{|x - a| |x + \Delta x - b|} \right)^{\delta} \quad (8)$$

где C — числовая константа, не зависящая от константы M и L , $L > 1$.

Строим последовательно системы функций:

$$u_i^{(v)}(x) = \lambda f_i(x, u_1^{(v-1)}, u_2^{(v-1)}, \dots, u_n^{(v-1)}, v_1^{(v)}, \dots, v_n^{(v)})$$

$$(v = 1, 2, \dots),$$

где

$$v_j^{(v)}(x) = \int_a^b \frac{k_j(x, s) u_j^{(v-1)}(s)}{s - x} ds \quad (v = 1, 2, \dots).$$

При этом, за исходную систему функции мы берем

$$u_i^{(0)}, u_2^{(0)}, \dots, u_n^{(0)} u_i(0) \in H \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

Заметим, что если $u_1^{(v-1)}, u_2^{(v-1)}, \dots, u_n^{(v-1)}$ принадлежат к H , то, в силу сформулированной выше леммы (1), функции $v_1^{(v)}, \dots, v_n^{(v)}$ также принадлежат к H .

Аналогичное утверждение справедливо также и для системы $u_1^{(v)}, u_2^{(v)}, \dots, u_n^{(v)}$. Чтобы убедиться в этом, докажем следующую лемму.

Лемма 2. Если в (a, b) функции $u_i(x), f_i(x, u_1, \dots, u_n, v_1, \dots, v_n)$ и $k_i(x, s)$ удовлетворяют условиям:

$$u_i(x) \in H, \quad (9)$$

$k_i(x, s)$ удовлетворяют условиям (3) и (4).

$$|f_i(x, u_1, u_2, \dots, u_n, v_1, v_2, \dots, v_n)| \leq \sum_{j=1}^n A_j |u_j| + \sum_{j=1}^n B_j |v_j| + \bar{A}, \quad (10)$$

$$|f_i(\bar{x}_1, \bar{u}_1, \bar{u}_2, \dots, \bar{u}_n, \bar{v}_1, \bar{v}_2, \dots, \bar{v}_n) - f_i(\bar{x}_1, \bar{u}_1, \bar{u}_2, \dots, \bar{u}_n, \bar{v}_1, \bar{v}_2, \dots, \bar{v}_n)| \leq$$

$$\leq B |\bar{x} - \bar{x}|^{\beta} + \sum_{j=1}^n C_j |\bar{u}_j - \bar{u}_j| + \sum_{j=1}^n D_j |\bar{v}_j - \bar{v}_j|, \quad (11)$$

$\bar{A}, A_1, \dots, A_n, B, B_1, \dots, B_n, C_1, \dots, C_n, D_1, \dots, D_n$ — константы, то функции

$$u_i(x) = \lambda f_i(x, u_1, \dots, u_n, v_1, v_2, \dots, v_n)$$

при достаточно малом λ , также принадлежат к H .

Доказательство. Принимая во внимание (2), (7) и (10), из (1) получаем:

$$|u_i(x)| < \frac{|\lambda| L_m}{|x - a|^{\alpha} |x - b|^{\beta}}, \quad (12)$$

где

$$m = \sum_{p=1}^n (A_p + B_p C) + A (b - a)^{\alpha + \beta}$$

Далее, в силу (3), (8) и (11), имеем:

$$|u_i(x + \Delta x) - u_i(x)| < \frac{|\lambda| L_m |\Delta x|^{\delta}}{|x - a|^{\alpha + \delta} |x + \Delta x - b|^{\beta + \delta}}, \quad (13)$$

где

$$\bar{m} = B (b - a)^{\alpha + \beta} + \sum_{p=1}^n (C_p + CD_p).$$

Если $q = \max \{m, \bar{m}\}$ и $|\lambda| q < 1$, то из (12) и (13) находим:

$$|u_i(x)| < \frac{L}{|x - a|^{\alpha} |x - b|^{\beta}} \quad (14)$$

$$|u_i(x + \Delta x) - u_i(x)| < \frac{L |\Delta x|^{\delta}}{|x - a|^{\alpha + \delta} |x + \Delta x - b|^{\beta + \delta}}. \quad (15)$$

Теперь становится очевидным, что если $u_1^{(v-1)}, \dots, u_n^{(v-1)}$ принадлежат к H , то $u_1^{(v)}, \dots, u_n^{(v)}$ также принадлежат к H .

Чтобы доказать сходимость процесса, на функции f_i , кроме указанных выше условий, налагаем некоторые дополнительные ограничения

$$\left| \frac{\partial f_i}{\partial u_j} \right| < D \quad (i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, n) \quad (16)$$

$$\left| \frac{\partial}{\partial u_j} f_i(x + \Delta x, u_1(x + \Delta x), \dots, u_n(x + \Delta x), v_1(x + \Delta x), \dots, v_n(x + \Delta x)) - \frac{\partial}{\partial u_j} f_i(x, u_1(x), \dots, u_n(x), v_1(x), \dots, v_n(x)) \right| < l |\Delta x|^{\beta_1} + \left\{ \sum_{p=1}^n l_p |u_p(x + \Delta x) - u_p(x)| + \right.$$

$$\left. + \sum_{p=1}^n \bar{l}_p |v_p(x + \Delta x) - v_p(x)| \right\} |x - a|^{\alpha} |x + \Delta x - b|^{\beta} \quad (17)$$

$$(i = 1, 2, \dots, n), \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

$$\left| \frac{\partial f_i}{\partial v_j} \right| < \bar{D}, \quad (i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, n) \quad (18)$$

$$\left| \frac{\partial}{\partial v_j} f_i(x + \Delta x, u_1(x + \Delta x), u_2(x + \Delta x), u_1(x + \Delta x), \dots, v_n(x + \Delta x)) \right| < \bar{D}$$

$$v_1(x+\Delta x) \cdots v_n(x+\Delta x) - \frac{\partial}{\partial v_j} f_1(x, u_1(x), u_2(x), \dots, u_n(x), v_1(x), \dots, v_n(x)) \Big| <$$

$$< \bar{l} |\Delta x|^\beta + \left\{ \sum_{p=1}^n \bar{l}_p |u_p(x+\Delta x) - u_p(x)| + \sum_{p=1}^n \bar{l}_p |v_p(x+\Delta x) - v_p(x)| \right\} |x-a|^\alpha |x+\Delta x-b|^\beta$$

(i = 1, 2, ..., n, j = 1, 2, ..., n)

Наложением на f_1 указанных выше ограничений устанавливается теорема.

Теорема 1: Если $\Psi_i^{(v)}(x) = u_i^{(v)}(x) - u_i^{(v-1)}(x)$ удовлетворяют условиям:

$$|\Psi_i^{(v)}(x)| < \frac{K^{(v)}}{|x-a|^\alpha |x-b|^\beta} \quad (20)$$

$$|\Psi_i^{(v)}(x+\Delta x) - \Psi_i^{(v)}(x)| < \frac{K^{(v)} |\Delta x|^\delta}{|x+a|^{\alpha+\beta} |x+\Delta x-b|^{\beta+\delta}}, \quad (21)$$

а функции f_1 удовлетворяют условиям (10), (11), (16), (17), (18), (19), то функции

$$\Psi_i^{(v+1)}(x) = \lambda f_1(x, u_1^{(v)}, u_2^{(v)}, \dots, u_n^{(v)}, v_1^{(v+1)}, v_2^{(v+1)}, \dots, v_n^{(v+1)}),$$

удовлетворяют условиям:

$$|\Psi_i^{(v+1)}(x)| < \frac{|\lambda| r K^{(v)}}{|x-a|^\alpha |x-b|^\beta}, \quad (22)$$

$$|\Psi_i^{(v+1)}(x+\Delta x) - \Psi_i^{(v+1)}(x)| < \frac{|\lambda| r K^{(v)} |\Delta x|^\delta}{|x-a|^{\alpha+\beta} |x+\Delta x-b|^{\beta+\delta}} \quad (23)$$

Для доказательства сформулированной выше теоремы вводим функции

$$\begin{aligned} \Phi_i(t) = & f_1[x+\Delta x, u_1^{(v-1)}(x+\Delta x) + t(u_1^{(v)}(x+\Delta x) - u_1^{(v-1)}(x+\Delta x)), \dots, \\ & u_n^{(v-1)}(x+\Delta x) + t(u_n^{(v)}(x+\Delta x) - u_n^{(v-1)}(x+\Delta x)) - \\ & - u_n^{(v-1)}(x+\Delta x) - v_1^{(v)}(x+\Delta x) + t(v_1^{(v+1)}(x+\Delta x) - v_1^{(v)}(x+\Delta x)), \dots, \\ & v_n^{(v)}(x+\Delta x) + t(v_n^{(v+1)}(x+\Delta x) - v_n^{(v)}(x+\Delta x))] - \\ & - f_1[x, u_1^{(v-1)}(x) + t(u_1^{(v)}(x) - u_1^{(v-1)}(x)), \dots, u_n^{(v-1)}(x) + t(u_n^{(v)}(x) - \\ & - u_n^{(v-1)}(x)), v_1^{(v)}(x) + t(v_1^{(v+1)}(x) - v_1^{(v)}(x)), \dots, v_n^{(v)}(x) + t(v_n^{(v+1)}(x) - \\ & - v_n^{(v)}(x))] \end{aligned}$$

Нетрудно видеть, что

$$\Psi_i^{(v+1)}(x+\Delta x) - \Psi_i^{(v+1)}(x) = \lambda \Phi_i'(\tau) \quad (24)$$

где $0 < \tau < 1$.

Далее* отметим, что при выполнении условий (20), (21), в силу леммы 1, функции

* Для $\varphi_i^{(v)}(x)$ можно применить лемму 1, потому что

$$\varphi_i^{(v)}(x) = \int_a^b \frac{K_i(x,s) \Psi_i^{(v)}(s)}{s-x} ds$$

$$\varphi_i^{(v)}(x) = v_i^{(v+1)}(x) - v_i^{(v)}(x)$$

удовлетворяют условиям:

$$|\varphi_i^{(v)}(x)| < \frac{\bar{r} K^{(v)}}{|x-a|^\alpha |x-b|^\beta} \quad (25)$$

$$|\varphi_i^{(v)}(x+\Delta x) - \varphi_i^{(v)}(x)| < \frac{\bar{r} K^{(v)} |\Delta x|^\delta}{|x-a|^{\alpha+\beta} |x+\Delta x-b|^{\beta+\delta}} \quad (26)$$

Теперь, в силу (11), (20), (25) легко можно получить

$$|\Psi_i^{(v+1)}(x)| < \frac{|\lambda| \bar{r}' K^{(v)}}{|x-a|^\alpha |x-b|^\beta}, \quad (27)$$

$$\text{где } \bar{r}' = \bar{r} \sum_{p=1}^n (C_p + D_p).$$

Принимая во внимание (16), (18), (20), (21), (25), (26) для разности стоящих в левой части неравенства (23), получаем:

$$|\Psi_i^{(v+1)}(x+\Delta x) - \Psi_i^{(v+1)}(x)| < \frac{|\lambda| \bar{r}' K^{(v)} |\Delta x|^\delta}{|x-a|^{\alpha+\delta} |x+\Delta x-b|^{\beta+\delta}},$$

где

$$\bar{r}' = n[D + \bar{D} + l + \bar{l} + 2L(1+C)].$$

Теперь можно доказать сходимость процесса. Если взять

$$|\lambda| r < q < 1,$$

где $r = \max\{\bar{r}', \bar{r}''\}$ и q произвольное число, меньше 1, то

$$|\Psi_i^{(v+1)}(x)| < \frac{q^v K^{(0)}}{|x-a|^\alpha |x-b|^\beta}.$$

Отсюда следует сходимость ряда $\sum_{k=1}^{\infty} (u_i^{(v)} - u_i^{(v-1)})$, т. е. последователь-

ность $u_i^{(v)}(x)$ сходимость к некоторой предельной функции $u_i(x)$

$$\lim_{v \rightarrow \infty} u_i^{(v)}(x) = u_i(x) \quad (i=1, 2, \dots, n).$$

Теперь докажем, что функции $u_1(x), \dots, u_n(x)$ есть решение системы (1). Отметим, что когда $u_i^{(v)}(x) \rightarrow u_i(x)$, последовательность $v_i^{(v+1)}(x)$ также стремится к некоторой предельной функции $v_i(x)$ *. Чтобы установить справедливость нашего утверждения достаточно доказать, что

$$W_i^{(v)}(x) = \lambda [f_1(x, u_1^{(v-1)}, \dots, u_n^{(v-1)}, v_1^{(v)}, \dots, v_n^{(v)}) - f_1(x, u_1, \dots, u_n, v_1, \dots, v_n)]$$

стремится к нулю при $v \rightarrow \infty$.

Пусть $W_i^{(v-1)}(x) = u_i^{(v-1)}(x) - u_i(x) \quad (i=1, 2, \dots, n)$ удовлетворяют условиям:

$$|W_i^{(v)}(x)| < \frac{d^{(v-1)}}{|x-a|^\alpha |x-b|^\beta}, \quad (28)$$

* См. цитированную работу автора.

Хәтти олмаян сингуляр интеграл тәнликләрин бир системинин тәдгиги

ХҮЛАСӘ

Гидромеханиканын бә'зи мәсәләләринин һәлли, хәтти олмаян сингуляр интеграл тәнликләрә кәтирилир. Бунунла әләгәдар олараг ашағыдакы хәтти олмаян сингуляр интеграл тәнликләр системи тәдгиг олунур:

$$u_i(x) = \lambda f_i(x, u_1, u_2, \dots, u_n, v_1, \dots, v_n), \quad (1)$$

$$(i = 1, 2, \dots, n)$$

бурада λ —параметри, f_i —мә'лум функцияны, v_j исә—ашағыдакы интегралы

$$v_j(x) = \int_a^b \frac{K_j(x, s) u_j(s)}{s-x} ds, \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

көстәрир.

f_i функциясынын (10), (11) шәртләрини өдәдний гәбул әдиләрәк, ардычыл яхынлашма үсулу илә, (1) системинин (2) вә (3) шәртләрини өдәйән һәллинин варлығы исбат әдилир.

$$|W_1^{(v-1)}(x+\Delta x) - W_1^{(v-1)}(x)| < \frac{d^{(v-1)} |\Delta x|^\delta}{|x-a|^{|\alpha+\delta|} |x+\Delta x-b|^{|\beta+\delta|}} \quad (29)$$

Тогда, на основании того же рассуждения, которым мы пользовались при доказательстве теоремы 1, получаем:

$$|W_1^{(v)}(x)| < \frac{|\lambda| |\bar{d}| d^{(v-1)}}{|x-a|^\alpha |x-b|^\beta}, \quad (30)$$

$$|W_1^{(v)}(x+\Delta x) - W_1^{(v)}(x)| < \frac{|\lambda| |\bar{d}| d^{(v-1)} |\Delta x|^\delta}{|x-a|^{|\alpha+\delta|} |x+\Delta x-b|^{|\beta+\delta|}} \quad (31)$$

Итак, если считать $|\lambda| |\bar{d}| < \bar{q} < 1$,

то из (30) находим

$$|W_1^{(v)}(x)| < \frac{\bar{q}^{v-2} d^{(0)}}{|x-a|^\alpha |x-b|^\beta}.$$

Следовательно,

$$\lim_{v \rightarrow \infty} W_1^{(v)}(x) = 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

Наконец, покажем, что полученное таким образом решение единственно. Предположим, что кроме системы функций $u_1(x), u_2(x), \dots, u_n(x)$ существует другая система функций $\bar{u}_1(x), \dots, \bar{u}_n(x)$, являющаяся решением системы (1), причем, в промежутке (a, b)

$$u_i(x) \neq \bar{u}_i(x) \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

Так как система $\bar{u}_1(x), \dots, \bar{u}_n(x)$ является решением системы (1), то

$$\bar{u}_1(x) = \lambda f_1(x, \bar{u}_1(x), \dots, \bar{u}_n(x), \bar{v}_1(x), \dots, \bar{v}_n(x)),$$

где

$$\bar{v}_j(x) = \int_a^b \frac{K_j(x, s) \bar{u}_j(s)}{s-x} ds.$$

Покажем, что $\bar{u}_1(x) = \lim_{v \rightarrow \infty} u_1^{(v)}(x) \quad (i = 1, 2, \dots, n).$

Этим будет доказана единственность решения системы (1).

Рассмотрим функции:

$$\xi_1(x) = \bar{u}_1(x) - u_1^{(v)}(x) \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

Аналогично предыдущему, можно легко получить

$$|\xi_1(x)| < \frac{|\lambda| |\beta^{v-1}| h^{(v)}}{|x-a|^\alpha |x-b|^\beta}.$$

Отсюда следует справедливость равенства*.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Нұсейнов—К теории линейных сингулярных интегральных уравнений. Труды физико-математического факультета АГУ, т. II.

Поступило 3. V. 1952

Р. С. МИНАСЯН

ВТОРИЧНЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ СОСТАВНОГО
ПРИЗМАТИЧЕСКОГО БРУСА

(Представлено действ. членом АН Азербайджанской ССР
И. Г. Есьманом)

Как известно, при рассмотрении многих технических задач по определению напряжений в составных призматических брусках, часто приходится учитывать деформации в конечном виде. Известно также, что задачи такого рода приводят к задачам о так называемых вторичных эффектах и решаются с помощью нелинейной теории упругости.

В настоящее время имеется очень много работ, посвященных вторичным эффектам при различного рода деформациях, принадлежащих советским ученым Н. З. Зволинскому, П. М. Ризу, Д. Ю. Панову, А. К. Рухадзе, А. Я. Горгидзе.

Однако все указанные работы посвящены рассмотрению вторичных эффектов в случае, когда коэффициенты Пуассона отдельных материалов составного бруса мало отличаются друг от друга, вследствие чего для всего бруса они принимаются равными.

Настоящая работа имеет целью, используя приемы проф. Рухадзе, рассмотреть вторичные эффекты при растяжении составного призматического бруса, в случае различных коэффициентов Пуассона.

Предположим, что имеем призматический брус, состоящий из m параллельных стержней различных материалов (с упругими постоянными Ляме λ_j , μ_j и модулем Юнга E_j), не касающихся друг друга, окруженных упругой средой (с упругими постоянными Ляме λ_0 , μ_0 и модулем Юнга E_0). Образующие поверхностей составляющих стержней и упругой среды параллельны.

Коэффициенты Пуассона составляющих стержней и окружающей среды соответственно обозначим через σ_j ($j=1,2,\dots,m$) и σ_0 .

Поперечное сечение такого составного бруса состоит из S_j несвязных областей с границами L_j ($j=1,2,\dots,m$), соответствующих стержням и области S_0 , соответствующей окружающей материалу с границей $L=L_0+L_1+\dots+L_m$ (где L_0 — наружный контур).

1. Пусть $u^x(\xi, \eta)$, $v(\xi, \eta)$ удовлетворяют уравнениям равновесия:

$$(\lambda_j + \mu_j) \frac{\partial \theta^x}{\partial \xi} + \mu_j \Delta u^x = 0, \dots$$

в каждой из областей S_j ($j=0, 1, 2, \dots, m$). На контурах L_j ($j=1, 2, \dots, m$) u^x и v^x претерпевают разрывы вида: $u_j^x - u_0^x = -(\sigma_j - \sigma_0) \xi$, $v_j^x - v_0^x = -(\sigma_j - \sigma_0) \eta$.

Компоненты соответствующего напряжения на наружном контуре L_0 удовлетворяют граничным условиям:

$$\tau_{11}^x \cos \widehat{n\xi} + \tau_{12}^x \cos \widehat{n\eta} = 0, \dots,$$

а на контурах раздела L_j ($j=1, 2, \dots, m$) — условиями:

$$[\tau_{11}^x \cos \widehat{n\xi} + \tau_{12}^x \cos \widehat{n\eta}]_0 = [\tau_{11}^x \cos \widehat{n\xi} + \tau_{12}^x \cos \widehat{n\eta}]_j, \dots,$$

где значки показывают область, в которой берется соответствующее выражение.

Как показал Д. И. Шерман [4], такая задача всегда разрешима, а потому u^x , v^x во всем дальнейшем будем считать известными.

2. Следуя А. К. Рухадзе [3], примем начало координат в обобщенном центре тяжести нижнего основания, т. е. в точке, удовлетворяющей соотношениям:

$$\sum_{j=0}^m \iint_{S_j} (E_j + \lambda_j \theta^x) \xi d\xi d\eta = 0, \quad \sum_{j=0}^m \iint_{S_j} (E_j + \lambda_j \theta^x) \eta d\xi d\eta = 0.$$

Ось $O\xi$ направим параллельно образующим боковой поверхности. Положим, что объемные силы отсутствуют, боковая поверхность свободна от внешних напряжений, а заданные действующие внешние силы на основаниях бруса приводятся к растягивающим силам F , действующим вдоль оси $O\xi$.

Тогда определение упругого равновесия составного бруса сведется к следующей математической задаче: найти величины τ_{11} , τ_{12} , ..., удовлетворяющие в областях S_j уравнениям:

$$\frac{\partial \tau_{11}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{12}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{13}}{\partial z} = 0, \dots,$$

на боковой поверхности условиям:

$$\tau_{11} \cos \widehat{nx} + \tau_{12} \cos \widehat{ny} + \tau_{13} \cos \widehat{nz} = 0, \dots,$$

на поверхностях раздела условиям:

$$[\tau_{11} \cos \widehat{nx} + \tau_{12} \cos \widehat{ny} + \tau_{13} \cos \widehat{nz}]_0 = [\tau_{11} \cos \widehat{nx} + \tau_{12} \cos \widehat{ny} + \tau_{13} \cos \widehat{nz}]_j, \dots, \quad (j=1, 2, \dots, m)$$

условиям на торцах:

$$\sum_{j=0}^m \iint_{S_j} X_n d\sigma = 0, \quad \sum_{j=0}^m \iint_{S_j} Y_n d\sigma = 0, \quad \sum_{j=0}^m \iint_{S_j} Z_n d\sigma = F,$$

$$\sum_{j=0}^m \iint_{S_j} y X_n d\sigma = 0, \quad \sum_{j=0}^m \iint_{S_j} x Y_n d\sigma = 0, \quad \sum_{j=0}^m \iint_{S_j} (x Y_n - y X_n) d\sigma = 0, \quad (1)$$

где

X_n , Y_n , Z_n — компоненты напряжения на торцовой поверхности; $d\sigma$ — площадь элемента поверхности торца; x , y , z — координаты после деформации; n — направление внешней нормали к соответствующей поверхности в деформированном состоянии.

По нелинейному закону Гука:

$$\tau_{11} = \lambda_j (\epsilon_{11} + \epsilon_{22} + \epsilon_{33}) + 2\mu_j \epsilon_{11} + \frac{3}{2} (\lambda_j + 2\mu_j) \epsilon_{11}^2 + \frac{\lambda_j}{2} (\epsilon_{22}^2 + \epsilon_{33}^2) - (\lambda_j + 2\mu_j) (\epsilon_{11} \epsilon_{22} + \epsilon_{11} \epsilon_{33}) - 2\lambda_j \epsilon_{22} \epsilon_{33} + (3\lambda_j + 5\mu_j) (\epsilon_{12}^2 + \epsilon_{13}^2) + 3\lambda_j \epsilon_{23}^2, \dots \quad (2)$$

3. Примем компоненты искоемых смещений в виде:

$$\begin{aligned} u &= -a\sigma_j \xi + a u^x + a^2 u_1, \\ v &= -a\sigma_j \eta + a v^x + a^2 v_1, \\ v &= a\zeta + a^2 v_1, \end{aligned} \quad (3)$$

где u_1 , v_1 , v_1 — функции, подлежащие определению, ξ , η , ζ — координаты точки до деформации, $a = \frac{F}{m}$.

$$\sum_{j=0}^m \iint_{S_j} (E_j + \lambda_j \theta^x) d\xi d\eta.$$

Используя формулы перехода от производных $\frac{\partial}{\partial \xi}$, $\frac{\partial}{\partial \eta}$, $\frac{\partial}{\partial \zeta}$ к производным $\frac{\partial}{\partial x}$, $\frac{\partial}{\partial y}$, $\frac{\partial}{\partial z}$, по формулам:

$$\epsilon_{11} = \frac{du}{dx} - \frac{1}{2} \left[\left(\frac{du}{dx} \right)^2 + \left(\frac{dv}{dx} \right)^2 + \left(\frac{dv}{dx} \right)^2 \right], \dots$$

вычисляем компоненты деформации, соответствующие смещениям (3), отбрасывая члены малости порядка выше a^2 .

С этой же точностью, по формулам (2) получим компоненты напряжений:

$$\begin{aligned} \tau_{11} &= a\tau_{11}^x + a^2 (X_x^{(0)} + \tau_{11}^1), & \tau_{12} &= a\tau_{12}^x + a^2 (X_y^{(0)} + \tau_{12}^1), \\ \tau_{22} &= a\tau_{22}^x + a^2 (Y_x^{(0)} + \tau_{22}^1), & \tau_{13} &= a^2 \tau_{13}^1, \\ \tau_{33} &= a(E_j + \lambda_j \theta^x) + a^2 (Z_z^{(0)} + \tau_{33}^1), & \tau_{23} &= a^2 \tau_{23}^1, \end{aligned} \quad (4)$$

где

$$X_x^{(0)} = (\sigma_j - 1) \tau_{11}^x + \frac{\lambda_j + \mu_j}{4} \left(\frac{\partial v^x}{\partial \xi} \right)^2 - \lambda_j \left(\frac{\partial v^x}{\partial \eta} \right)^2 + \frac{\lambda_j + 5\mu_j}{4} \left(\frac{\partial u^x}{\partial \eta} \right)^2 + \frac{\mu_j - \lambda_j}{2} \cdot \frac{\partial u^x}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial v^x}{\partial \xi} - (\lambda_j + 2\mu_j) \cdot \frac{\partial u^x}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial v^x}{\partial \eta},$$

$$Y_y^{(0)} = (\sigma_j - 1) \tau_{22}^x + \frac{\lambda_j + \mu_j}{4} \left(\frac{\partial u^x}{\partial \eta} \right)^2 - \lambda_j \left(\frac{\partial u^x}{\partial \xi} \right)^2 + \frac{\lambda_j + 5\mu_j}{4} \left(\frac{\partial v^x}{\partial \xi} \right)^2 + \frac{\mu_j - \lambda_j}{2} \cdot \frac{\partial u^x}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial v^x}{\partial \xi} - (\lambda_j + 2\mu_j) \frac{\partial u^x}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial v^x}{\partial \eta},$$

$$Z_z^{(0)} = -2\lambda_j (\sigma_j - 1) - 4\lambda_j \sigma_j^2 + (2\lambda_j \sigma_j - E_j) \theta^x + \frac{\lambda_j}{4} U^2$$

$$X_y^{(0)} = (\sigma_j - 1) \tau_{12}^x + \frac{\lambda_j + \mu_j}{2} \theta^x \left(\frac{\partial u^x}{\partial \eta} + \frac{\partial v^x}{\partial \xi} \right) - \mu_j \frac{\partial v^x}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial v^x}{\partial \eta} - \mu_j \frac{\partial u^x}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial u^x}{\partial \eta} \quad (5)$$

причем $U = \frac{\partial u^x}{\partial \eta} - \frac{\partial v^x}{\partial \xi}$, $\tau_{11}^1, \tau_{22}^1, \dots$ — искомые напряжения, соответствующие смещениям u_1, v_1, w_1 .

Имея компоненты напряжений и используя упомянутые выше формулы перехода от производных $\frac{\partial}{\partial \xi}, \dots$ к производным $\frac{\partial}{\partial x}, \dots$ с принятой точностью, уравнения равновесия получаем в виде:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \tau_{11}^1}{\partial \xi} + \frac{\partial \tau_{12}^1}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{13}^1}{\partial \zeta} + \frac{\partial H}{\partial \xi} &= 0, \\ \frac{\partial \tau_{21}^1}{\partial \xi} + \frac{\partial \tau_{22}^1}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{23}^1}{\partial \zeta} + \frac{\partial H}{\partial \eta} &= 0, \\ \frac{\partial \tau_{31}^1}{\partial \xi} + \frac{\partial \tau_{32}^1}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{33}^1}{\partial \zeta} &= 0 \end{aligned} \quad (6)$$

в каждой из областей S_j ($j=0, 1, 2, \dots, m$), где

$$\begin{aligned} H = \int \left[\left(\frac{\lambda_j + \mu_j}{2} \theta^x \frac{\partial U}{\partial \eta} - \frac{\lambda_j + 3\mu_j}{2} U \Delta v^x \right) d\xi + \right. \\ \left. + \left(-\frac{\lambda_j + \mu_j}{2} \theta^x \frac{\partial U}{\partial \xi} + \frac{\lambda_j + 3\mu_j}{2} U \Delta u^x \right) d\eta \right] \end{aligned} \quad (7)$$

Тогда полученные уравнения (6) можно принять за уравнения в линейной теории.

В этом случае уравнения совместности в напряжениях принимают вид:

$$\begin{aligned} \Delta \tau_{11}^1 + \frac{1}{1 + \sigma_j} \cdot \frac{\partial^2 T^1}{\partial \xi^2} + \frac{\sigma_j}{1 - \sigma_j} \Delta H + 2 \cdot \frac{\partial^2 H}{\partial \xi^2} &= 0, \\ \Delta \tau_{22}^1 + \frac{1}{1 + \sigma_j} \cdot \frac{\partial^2 T^1}{\partial \eta^2} + \frac{\sigma_j}{1 - \sigma_j} \Delta H + 2 \cdot \frac{\partial^2 H}{\partial \eta^2} &= 0, \\ \Delta \tau_{33}^1 + \frac{1}{1 + \sigma_j} \cdot \frac{\partial^2 T^1}{\partial \zeta^2} + \frac{\sigma_j}{1 - \sigma_j} \Delta H &= 0, \\ \Delta \tau_{12}^1 + \frac{1}{1 + \sigma_j} \cdot \frac{\partial^2 T^1}{\partial \xi \partial \eta} + 2 \frac{\partial^2 H}{\partial \xi \partial \eta} &= 0, \\ \Delta \tau_{13}^1 + \frac{1}{1 + \sigma_j} \cdot \frac{\partial^2 T^1}{\partial \xi \partial \zeta} &= 0, \\ \Delta \tau_{23}^1 + \frac{1}{1 + \sigma_j} \cdot \frac{\partial^2 T^1}{\partial \eta \partial \zeta} &= 0, \end{aligned}$$

где $T^1 = \tau_{11}^1 + \tau_{22}^1 + \tau_{33}^1$.

Учитывая формулы:

$$\begin{aligned} \cos \hat{n}x &= \cos \alpha - a \left(\frac{\partial u^x}{\partial \xi} \cos \alpha + \frac{\partial v^x}{\partial \xi} \cos \beta \right) + a M \cos \alpha, \\ \cos \hat{n}y &= \cos \beta - a \left(\frac{\partial u^x}{\partial \eta} \cos \alpha + \frac{\partial v^x}{\partial \eta} \cos \beta \right) + a M \cos \beta, \\ \cos \hat{n}z &= 0. \end{aligned}$$

где $\cos \alpha, \cos \beta$ — направляющие косинусы нормали боковой поверхности

до деформации, а $M = \frac{\partial u^x}{\partial \xi} \cos^2 \alpha + \frac{\partial v^x}{\partial \eta} \cos^2 \beta + \left(\frac{\partial u^x}{\partial \eta} + \frac{\partial v^x}{\partial \xi} \right) \cos \alpha \cos \beta$,

граничные условия на наружной поверхности получаем в виде:

$$\begin{aligned} \tau_{11}^1 \cos \alpha + \tau_{12}^1 \cos \beta + A_{10}(\xi, \eta) \cos \alpha + A_{20}(\xi, \eta) \cos \beta &= 0, \\ \tau_{12}^1 \cos \alpha + \tau_{22}^1 \cos \beta + B_{10}(\xi, \eta) \cos \alpha + B_{20}(\xi, \eta) \cos \beta &= 0, \\ \tau_{13}^1 \cos \alpha + \tau_{23}^1 \cos \beta &= 0, \end{aligned}$$

и на поверхностях раздела в виде*:

$$\begin{aligned} [\tau_{11}^1 \cos \alpha + \tau_{12}^1 \cos \beta]_0 - [\tau_{11}^1 \cos \alpha + \tau_{12}^1 \cos \beta]_j + [A_{10}(\xi, \eta) - \\ - A_{1j}(\xi, \eta)] \cos \alpha + [A_{20}(\xi, \eta) - A_{2j}(\xi, \eta)] \cos \beta &= 0, \\ [\tau_{12}^1 \cos \alpha + \tau_{22}^1 \cos \beta]_0 - [\tau_{12}^1 \cos \alpha + \tau_{22}^1 \cos \beta]_j + [B_{10}(\xi, \eta) - \\ - B_{1j}(\xi, \eta)] \cos \alpha + [B_{20}(\xi, \eta) - B_{2j}(\xi, \eta)] \cos \beta &= 0, \end{aligned}$$

$$[\tau_{13}^1 \cos \alpha + \tau_{32}^1 \cos \beta]_0 - [\tau_{13}^1 \cos \alpha + \tau_{32}^1 \cos \beta]_j = 0 \quad (j=1, 2, \dots, m)$$

причем:

$$\begin{aligned} A_1(\xi, \eta) &= X_x^{(0)} - \tau_{11}^x \frac{\partial u^x}{\partial \xi} - \tau_{12}^x \frac{\partial u^x}{\partial \eta}, \\ B_1(\xi, \eta) &= X_y^{(0)} - \tau_{12}^x \frac{\partial u^x}{\partial \xi} - \tau_{22}^x \frac{\partial u^x}{\partial \eta}, \\ A_2(\xi, \eta) &= X_y^{(0)} - \tau_{11}^x \frac{\partial v^x}{\partial \xi} - \tau_{12}^x \frac{\partial v^x}{\partial \eta}, \\ B_2(\xi, \eta) &= Y_y^{(0)} - \tau_{12}^x \frac{\partial v^x}{\partial \xi} - \tau_{22}^x \frac{\partial v^x}{\partial \eta}. \end{aligned} \quad (8)$$

Уравнения равновесия, условия совместности и граничные условия будут удовлетворены, если выражения дополнительных напряжений примем в виде:

$$\begin{aligned} \tau_{11}^1 &= -H + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \eta^2}, & \tau_{33}^1 &= -2\sigma_j H + \sigma_j \Delta \Phi, \\ \tau_{22}^1 &= -H + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \xi^2}, & \tau_{12}^1 &= -\frac{\partial^2 \Phi}{\partial \xi \partial \eta}, \tau_{13}^1 = \tau_{23}^1 = 0 \end{aligned} \quad (9)$$

Причем функция Φ определяется условиями: $\Delta \Delta \Phi - \frac{1-2\sigma_j}{1-\sigma_j} \Delta H = 0$ в каждой из областей S_j ($j=0, 1, 2, \dots, m$) и условиями:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Phi}{\partial \xi} &= \int \left\{ B_{10}(\xi, \eta) \cos \alpha + [B_{20}(\xi, \eta) - H] \cos \beta \right\} ds \\ \frac{\partial \Phi}{\partial \eta} &= - \int \left\{ [A_{10}(\xi, \eta) - H] \cos \alpha + A_{20}(\xi, \eta) \cos \beta \right\} ds \end{aligned} \quad (11)$$

* Вторые значки при A_{10}, \dots, B_{1j} показывают область, в которой нужно взять соответствующее выражение.

на наружном контуре L_0 , а также условиями:

$$\left(\frac{\partial \Phi}{\partial \xi}\right)_0 - \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \xi}\right)_1 = \int_0^s \left\{ [B_{10}(\xi, \eta) - B_{1j}(\xi, \eta)] \cos \alpha + \right. \\ \left. + [B_{20}(\xi, \eta) - B_{2j}(\xi, \eta) + H_0 - H_1] \cos \beta \right\} ds \quad (12)$$

$$\left(\frac{\partial \Phi}{\partial \eta}\right)_0 - \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \eta}\right)_1 = - \int_0^s \left\{ [A_{10}(\xi, \eta) - A_{1j}(\xi, \eta) + \right. \\ \left. + H_0 - H_1] \cos \alpha + [A_{20}(\xi, \eta) - A_{2j}(\xi, \eta)] \cos \beta \right\} ds \\ (j=1, 2, \dots, m)$$

на контурах раздела L_j .

Используя формулу Остроградского-Грина, нетрудно показать, что условия однозначности $\frac{\partial \Phi}{\partial \xi}$ и $\frac{\partial \Phi}{\partial \eta}$ при обходе каждого из контуров L_j выполняются.

Условия (1) на торцевых поверхностях, вообще говоря, не удовлетворяются. Однако, чтобы нейтрализовать лишние напряжения, достаточно к полученным решениям присовокупить решения некоторых линейных задач Сен-Венана.

4. Пример. Рассмотрим задачу растяжения бруса кругового цилиндра, армированного продольным круговым стержнем с той же осью. Поперечное сечение такого бруса будет состоять из двух областей — области S_1 , ограниченной окружностью L_1 , и области S_2 , ограниченной концентрическими окружностями L_1 и L_2 соответственно с радиусами R_1 и R_2 ($R_2 > R_1$). Упругие постоянные для окружающего материала и стержня обозначим соответственно $\lambda_2, \mu_2, E_2, \sigma_2$ и $\lambda_1, \mu_1, E_1, \sigma_1$. Пусть на брус, кроме растягивающих сил F , действующих вдоль оси цилиндра и приложенных к основаниям, другие внешние силы не действуют.

В работе акад. Мусхелишвили ([1] стр. 583—584) дается решение указанного примера для линейной задачи. На основании этой работы имеем:

$$u^x = A_1(\alpha_1 - \beta_1)\xi, \quad v^x = A_1(\alpha_1 - \beta_1)\eta \quad \text{в области } S_1, \quad (13)$$

$$u^x = A_2(\alpha_2 - \beta_2)\xi - B_2\beta_2 \frac{\xi}{\xi^2 + \eta^2}, \quad v^x = A_2(\alpha_2 - \beta_2)\eta - B_2\beta_2 \frac{\eta}{\xi^2 + \eta^2} \\ \text{в области } S_2,$$

где

$$A_1 = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2)(R_2^2 - R_1^2)}{(\alpha_1 - \beta_1)(R_2^2 - R_1^2) + (\alpha_2 - \beta_2)R_1^2 + 2\beta_2 R_2^2},$$

$$A_2 = \frac{-(\sigma_1 - \sigma_2)R_1^2}{(\alpha_1 - \beta_1)(R_2^2 - R_1^2) + (\alpha_2 - \beta_2)R_1^2 + 2\beta_2 R_2^2},$$

$$B_2 = \frac{2(\sigma_1 - \sigma_2)R_1^2 + R_2^2}{(\alpha_1 - \beta_1)(R_2^2 - R_1^2) + (\alpha_2 - \beta_2)R_1^2 + 2\beta_2 R_2^2} \\ \alpha_j = \frac{x_j}{2\mu_j} = \frac{(3 - 4\sigma_j)(1 + \sigma_j)}{E_j} \quad \beta_j = \frac{1}{2\mu_j} = \frac{1 + \sigma_j}{E_j} \quad (j=1, 2). \quad (14)$$

Воспользовавшись выражениями (13) и (7), получим:

$$U = \frac{\partial u^x}{\partial \eta} - \frac{\partial v^x}{\partial \xi} = 0, \quad H = 0 \quad (15) \text{ в каждой из областей } S_1 \text{ и } S_2.$$

Применяя (8), (13), (15), (10), (11), (12), для определения функции Φ , получим условия:

$\Delta \Delta \Phi = 0$ в каждой из областей S_1 и S_2 ,

$$\frac{\partial \Phi}{\partial \xi} + i \frac{\partial \Phi}{\partial \eta} = 0$$

на наружном контуре L_2 ,

$$\left[\frac{\partial \Phi}{\partial \xi} + i \frac{\partial \Phi}{\partial \eta} \right]_2 - \left[\frac{\partial \Phi}{\partial \xi} + i \frac{\partial \Phi}{\partial \eta} \right]_1 = P(\xi + i\eta) \text{ на контуре раздела } L_1$$

где $P = 2A_1 R_1 [\sigma_1 - \sigma_2 + 4A_2 \beta_2 (1 - 2\sigma_2) - 4A_1 \beta_1 (1 - 2\sigma_1)]$.

Применяя метод Н. И. Мусхелишвили и учитывая непрерывность компонентов смещения u, v , получим задачу:

$$\varphi_2(\zeta) + \zeta \varphi_2'(\zeta) + \psi_2(\zeta) = 0 \quad \text{на } L_2, \\ [\varphi(\zeta) + \zeta \varphi'(\zeta) + \psi(\zeta)]_2 - [\varphi(\zeta) + \zeta \varphi'(\zeta) + \psi(\zeta)]_1 = P\zeta \quad \text{на } L_1 \\ [\alpha \varphi(\zeta) - \beta \zeta \varphi'(\zeta) - \beta \psi(\zeta)]_2 = [\alpha \varphi(\zeta) - \beta \zeta \varphi'(\zeta) - \beta \psi(\zeta)]_1 \quad \text{на } L_1,$$

где φ_j и ψ_j голоморфные функции $\zeta = \xi + i\eta$ в областях S_1 и S_2 .

Как известно: $\Phi = Re[\zeta \varphi(\zeta) + \chi(\zeta)]$, причем $\chi(\zeta) = \int \psi(\zeta) d\zeta$

Решением задачи будет:

$$\varphi_1(\zeta) = C_1 \zeta, \quad \psi_1(\zeta) = 0 \quad \text{в области } S_1, \\ \varphi_2(\zeta) = C_2 \zeta, \quad \psi_2(\zeta) = \frac{D_2}{\zeta} \quad \text{в области } S_2,$$

где:

$$C_1 = -\frac{\mu_1 P}{2} \cdot \frac{(1 - 2\sigma_2)R_1^2 + R_2^2}{R_1^2[\mu_1(1 - 2\sigma_2) - \mu_2(1 - 2\sigma_1)] + R_2^2[\mu_2(1 - 2\sigma_1) + \mu_1]}, \\ C_2 = -\frac{\mu_2 P}{2} \cdot \frac{(1 - 2\sigma_1)R_1^2}{R_1^2[\mu_1(1 - 2\sigma_2) - \mu_2(1 - 2\sigma_1)] + R_2^2[\mu_2(1 - 2\sigma_1) + \mu_1]},$$

$$D_2 = \frac{\mu_2 P (1 - 2\sigma_1) R_1^2 R_2^2}{R_1^2[\mu_1(1 - 2\sigma_2) - \mu_2(1 - 2\sigma_1)] + R_2^2[\mu_2(1 - 2\sigma_1) + \mu_1]}.$$

Вычисляя компоненты смещения по формулам (3), получим:

$$u = \{-a\sigma_1 + aA_1(\alpha_1 - \beta_1) + a^2[C_1(\alpha_1 - \beta_1) + a_1\sigma_1 - a_1A_1(\alpha_1 - \beta_1)]\} \rho \cos \theta, \\ v = \{-a\sigma_1 + aA_1(\alpha_1 - \beta_1) + a^2[C_1(\alpha_1 - \beta_1) + a_1\sigma_1 - a_1A_1(\alpha_1 - \beta_1)]\} \rho \sin \theta, \\ w = a\zeta - a^2 a_1 \zeta \quad \text{в области } S_1 \quad (16) \\ u = \{-a\sigma_2 + aA_2(\alpha_2 - \beta_2) - aB_2\beta_2 \rho^{-2} + a^2[C_2(\alpha_2 - \beta_2) - D_2\beta_2 \rho^{-2} + \\ + a_1\sigma_2 - a_1A_2(\alpha_2 - \beta_2) + a_1B_2\beta_2 \rho^{-2}]\} \rho \cos \theta, \\ v = \{-a\sigma_2 + aA_2(\alpha_2 - \beta_2) - aB_2\beta_2 \rho^{-2} + a^2[C_2(\alpha_2 - \beta_2) - D_2\beta_2 \rho^{-2} + \\ + a_1\sigma_2 - a_1A_2(\alpha_2 - \beta_2) + a_1B_2\beta_2 \rho^{-2}]\} \rho \sin \theta,$$

$w = a\zeta - a^2 a_1 \zeta$ в области S_2
 Вычисляя компоненты напряжения по формулам (4), получим*

$$\begin{aligned} \tau_{11} &= 2a A_1 + 2a^2 [A_1 (\sigma_1 - 1) + 2A_1^2 \beta_1 \cdot (2\sigma_1 - 1) + C_1] - 2a^2 a_1 A_1, \\ \tau_{22} &= 2a A_1 + 2a^2 [A_1 (\sigma_1 - 1) + 2A_1^2 \beta_1 \cdot (2\sigma_1 - 1) + C_1] - 2a^2 a_1 A_1, \\ \tau_{33} &= a (E_1 + 4A_1 \sigma_1) + a^2 [2\lambda_1 (1 - \sigma_1) - 4\lambda_1 \sigma_1^2 + A_1 (2\lambda_1 \sigma_1 - E_1) (\alpha_1 - \\ &\quad - \beta_1) - \lambda_1 A_1^2 (\alpha_1 - \beta_1)^2 + 4\sigma_1 C_1] - a^2 a_1 (E_1 + 4A_1 \sigma_1), \\ \tau_{12} &= \tau_{13} = \tau_{23} = 0 \end{aligned} \quad (17)$$

в области S_1

$$\begin{aligned} \tau_{11} &= 2a A_2 \left(1 - \frac{R_2^2}{\rho^2} \cos 2\theta\right) + 2a^2 \left[A_2 (\sigma_2 - 1) \left(1 - \frac{R_2^2}{\rho^2}\right) + 2A_2^2 \beta_2 \left(2\sigma_2 - \right. \right. \\ &\quad \left. \left. - 1 - \frac{R_2^2}{\rho^2}\right) \left(1 - \frac{R_2^2}{\rho^2}\right) + 2A_2 (\sigma_2 - 1) \frac{R_2^2}{\rho^2} \sin^2 \theta + 8A_2^2 \sigma_2 \beta_2 \frac{R_2^2}{\rho^2} \sin^2 \theta + \right. \\ &\quad \left. + C_2 \left(1 - \frac{R_2^2}{\rho^2} \cos 2\theta\right) \right] - 2a^2 a_1 A_2 \left(1 - \frac{R_2^2}{\rho^2} \cos 2\theta\right), \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} \tau_{22} &= 2a A_2 \left(1 + \frac{R_2^2}{\rho^2} \cos 2\theta\right) + 2a^2 \left[A_2 (\sigma_2 - 1) \left(1 - \frac{R_2^2}{\rho^2}\right) + 2A_2^2 \beta_2 \left(2\sigma_2 - \right. \right. \\ &\quad \left. \left. - 1 - \frac{R_2^2}{\rho^2}\right) \left(1 - \frac{R_2^2}{\rho^2}\right) + 2A_2 (\sigma_2 - 1) \frac{R_2^2}{\rho^2} \cos^2 \theta + 8A_2^2 \beta_2 \sigma_2 \frac{R_2^2}{\rho^2} \cos^2 \theta + \right. \\ &\quad \left. + C_2 \left(1 + \frac{R_2^2}{\rho^2} \cos 2\theta\right) \right] - 2a^2 a_1 A_2 \left(1 + \frac{R_2^2}{\rho^2} \cos 2\theta\right) \end{aligned}$$

$$\tau_{33} = a (E_2 + 4A_2 \sigma_2) + a^2 [2\lambda_2 (1 - \sigma_2) - 4\lambda_2 \sigma_2^2 + A_2 (2\lambda_2 \sigma_2 - E_2) (\alpha_2 - \beta_2) - \lambda_2 A_2^2 (\alpha_2 - \beta_2)^2 + 4C_2 \sigma_2] - a^2 a_1 (E_2 + 4A_2 \sigma_2),$$

$$\tau_{12} = - [2A_2 [a + a^2 (\sigma_2 - 1 + 4A_2 \beta_2 \sigma_2 - a_1)] + 2a^2 C_2] \frac{R_2^2}{\rho^2} \sin 2\theta,$$

$\tau_{13} = \tau_{23} = 0$ в области S_2 ,
 где

$$\begin{aligned} a &= \frac{1}{\pi} \cdot \frac{F}{(E_1 + 4A_1 \sigma_1) R_1^2 + (E_2 + 4A_2 \sigma_2) (R_2^2 - R_1^2)}, \\ a_1 &= \frac{[3\lambda_1 A_1^2 (\alpha_1 - \beta_1)^2 - 2A_1 (1 - \sigma_1) + 4\sigma_1 C_1] R_1^2 + (E_1 + 4A_1 \sigma_1) R_1^2 + (E_2 + 4A_2 \sigma_2) (R_2^2 - R_1^2)}{[3\lambda_2 A_2^2 (\alpha_2 - \beta_2)^2 - 2A_2 (1 - \sigma_2) + 4\sigma_2 C_2] (R_2^2 - R_1^2) + (E_1 + 4A_1 \sigma_1) R_1^2 + (E_2 + 4A_2 \sigma_2) (R_2^2 - R_1^2)}. \end{aligned}$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. И. Мухелишвили—Некоторые основные задачи математической теории упругости. 1949. 2. А. К. Рухадзе—Изгиб поперечной силой сильно закрученного стержня. Сообщения АН Грузинской ССР, т. VIII, № 5, 1947. 3. А. К. Рухадзе—К вопросу изгиба поперечной силой упругих брусков, составленных из различных материалов. Грузинский политехнический институт, № 19, 1949. 4. Д. И. Шерман—Статическая плоская задача теории упругости для изотропных неоднородных сред. Труды сейсмологического института АН СССР, № 86, 1938. 5. А. Я. Горгидзе и А. К. Рухадзе—Вторичные эффекты в задачах растяжения и изгиба парой бруса, составленного из различных материалов. Труды Тбилисского математического института, т. 4, 1943.

Поступило 10. IV. 1952

* В формулах (16) и (17) ρ и θ —полярные координаты на плоскости $\xi O\eta$, а ζ —координата вдоль оси Oz .

Р. С. Минасян

Гурашдырма призматик тирин дартылмасында эмелә кәлән икинчи эффектләр

ХҮЛАСӘ

Бу мәгаләдә, мұхтәлиф материаллардан һазырланараг, бир-биринә тохунмадан эластикки маддә илә әһатә әдилмиш бир сыра паралел чубуглардан ибарәт гурашдырма призматик тирин дартылмасында эмелә кәлән икинчи эффектләр нәзәрден кечирилер. Иштирак әдән айры-айры чубугларын материалларынын вә онлары әһатә әдән маддәнин Пуассон әмсаллары мұхтәлифдир.

Һәлл әдилмәси лазым кәлән мәсәлә, харичи контурда мәсәләнин ахтарылан һәллинин хусуси төрәмә ифадәләри верилдикдә вә тирин әнинә кәсийиннин айрылма контурларында һәмнин хусуси төрәмә ифадәләринин мүйәйән сычрайышы һалларында бирчинсли олмаян мүйәйән биһармоник тәнлийин һәллини тапмагдыр.

Мәгаләнин икинчи һиссәсиндә һәмнин мәсәләнин хусуси һалы, йә'ни әйирми цилиндрик тирин дартылмасы әтрафлы сурәтдә нәзәрден кечирилер. Бу һал үчүн ерини дәйишдирмә вә кәркинлик компонентләри практикки һесабламаларда ишләдилә биләчәк шәкилдә мүйәйән әдилмишдир.

В. И. ЕСЬМАН

УРАВНЕНИЕ ПРОФИЛЯ СКОСОВ РЕГУЛЯТОРА ПОДАЧИ
В СИСТЕМЕ ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ—ПОРШНЕВОЙ НАСОС

(Представлено действ. членом АН Азербайджанской ССР
Х. И. Амирхановым)

Примем следующие обозначения:

- N_d — мощность ветродвигателя в л. с;
 N_n — мощность насоса в л. с;
 $(N_n)_p$ — мощность насоса при регулировании в л. с;
 M_d — передаваемый двигателем момент вращения в кгм;
 Q_d — действительная производительность насоса в л/сек;
 Q_p — производительность насоса при регулировании в л/сек;
 $Q_{щ}$ — количество жидкости, проходящее в единицу времени через перепускные окна (щели) в л/сек;
 H — развиваемый насосом напор в м;
 n — число оборотов рабочего вала в минуту;
 F — ометаемая поверхность ветроколеса в м²;
 $\rho = 0,125 \frac{\text{кг/сек}^2}{\text{м}^4}$ — плотность воздуха при $t=15^\circ\text{C}$ и при барометрическом давлении $B_0=160$ мм рт. ст.;
 ξ — коэффициент использования энергии ветра;
 i — число цилиндров насоса;
 f — площадь поперечного сечения поршня в м²;
 s — ход поршня в м;
 η — коэффициент полезного действия насоса;
 $f_{щ}$ — площадь живого сечения перепускного окна (щели);
 s_{max}, l — линейные размеры прямоугольной щели;
 $v_{щ}$ — скорость прохождения жидкости через щель в м/сек;
 μ — коэффициент расхода при прохождении жидкости через щель;
 x — аксиальное перемещение золотника;
 N — сила, нормальная к профилю скоса муфты регулирования;
 C_y — тангенциальная составляющая силы N ;
 C_x — аксиальная составляющая силы N ;
 G — вес золотника и муфты регулирования;
 d — диаметр муфты регулирования;

a — постоянная пружины;
 α — угол наклона между осью абсцисс и касательной к профилю склона в точке приложения силы N ;
 V — скорость ветра в м/сек;
 V_{\max}, V_{\min} — параметры, характеризующие верхний и нижний пределы регулирования.

Условия оптимального использования энергии ветра требуют, чтобы на любой скоростной ступени сохранялось равенство между мощностью двигателя и мощностью насоса

$$N_d = (N_n)_p. \quad (1)$$

Для выполнения этого условия необходимо, чтобы производительность насоса автоматически менялась согласно уравнению*

$$Q_p = C_p V^3, \quad (2)$$

где $C_p = \frac{\rho F \xi \eta}{2H}$ — постоянная величина.

Уравнение (2) соответствует глубокому (25 м и более) залеганию воды в колодцах, когда гидравлическими сопротивлениями вертикальной части трубопровода можно пренебрегать.

При установке регулятора на линии нагнетания регулирование подачи осуществляется за счет изменения площади сечения перепускных окон и характеризуется следующими уравнениями:

$$Q_{ш} = Q - Q_p, \quad (3)$$

$$f_{ш} = \frac{Q_{ш}}{v_{ш}}. \quad (4)$$

Расчеты показали, что при $H \geq 25$ м скорость истечения жидкости через щель можно считать величиной постоянной.

Тогда

$$\mu f_{ш} = \frac{C_n V - C_p V^3}{V \sqrt{2gH}} \quad (5)$$

где $C_n = \frac{ijs}{60} \frac{n_{\max}}{V_{\max}}$ — постоянная величина.

Пользуясь уравнением (5) и задаваясь размерами перепускных отверстий, нетрудно определить ту величину перемещения золотника, которая обеспечит необходимое перекрытие окон:

$$x = s_{\max} - \frac{C_n V - C_p V^3}{l V \sqrt{2gH}} \quad (6)$$

В бескривошипном насосе НБВ-3** нужные перемещения золотника обеспечиваются специальной муфтой с профилированными склонами, которая соединяет приводной вал с валом насоса. Муфта имеет свободу аксиальных перемещений и при возрастании скорости, а следовательно и момента вращения двигателя, стремится переместиться по валу (при уменьшении скорости ветра — возвратиться в первоначальное положение под действием пружины, сжатой во время первого хода).

* Подробно см. статью В. И. Есьмана — Бесступенчатое регулирование режима работы ветронасосной установки. ДАН Азерб. ССР, т. VII, № 2, 1951.

** Подробно об устройстве насоса НБВ-3 см., например, Л. М. Логов — Погружной насос с автоматическим регулированием. ДАН Азерб. ССР, т. V, № 5, 1949.

Момент вращения двигателя передается на муфту через ролики и рабочую поверхность склонов муфты. Для определения профиля этих склонов необходимо рассмотреть силы, действующие на муфту.

Давление ролика на рабочую поверхность определяется силой N , нормальной к поверхности.

Тангенциальная составляющая силы N определяется уравнением

$$C_y = C_m V^2. \quad (7)$$

где $C_m = \frac{15 \cdot \rho F \xi}{d \pi} \frac{V_{\max}}{n_{\max}}$ — постоянная величина. (8)

Сила C_y уравнивается тангенциальной составляющей реактивного момента насоса, а сила C_x — весом золотника и муфты и силой пружины.

Тогда

$$C_m V^2 \operatorname{tg} \alpha = G + ax, \quad (9)$$

$$\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{G + ax}{C_m V^2}; \quad (10)$$

$$dy = \frac{G + af(V)}{C_m V^2} f(V) dV. \quad (10a)$$

Мы получили уравнение кривой профиля склонов муфты регулирования в дифференциальной форме.

Интегрируем это выражение:

$$y = \int \frac{G + af(V)}{C_m V^2} f(V) dV + C. \quad (11)$$

Постоянную интегрирования определяем из условия, что при $V = V_{\min}$; $y = 0$ и окончательно получаем:

$$y = A(V^4 - V_{\min}^4) + B(V_{\min}^2 - V^2) + C(V_{\min} - V) + D\left(\frac{1}{V_{\min}} - \frac{1}{V}\right) + E(\ln V - \ln V_{\min}). \quad (12)$$

Здесь

$$A = \frac{3 a C_p^2}{8g C_m l^2 H};$$

$$B = \frac{a C_p C_n}{4g C_m l^2 H};$$

$$C = \frac{3 C_p (G + a s_{\max})}{C_m l \sqrt{2gH}} + \frac{3 a C_p C_n}{4g C_m l^2 H};$$

$$D = \frac{C_n G - a C_n s_{\max}}{C_m l V \sqrt{2gH}};$$

$$E = \frac{a C_n^2}{2g C_m l^2 H}.$$

Пользуясь уравнением (12), можно легко построить профиль склонов муфты регулирования, который будет удовлетворять условиям бес-

ступенчатого автоматического регулирования режима работы ветро-насосной установки.

Институт энергетики им. И. Г. Есьмана
АН Азербайджанской ССР

Поступило 12. V. 1952

В. И. Есман

„Ел мүнһәррики—пистонлу насос“ системиндә верилиш регуляторунун чэртмә профилинин тәнлийи

ХҮЛАСӘ

Мәгаләдә элә бир регуляторун нәзәри мәсәләләриндән бәһс эдилдири ки, „ел мүнһәррики—пистонлу насос“ системиндә бу чүр бир регулятор гоюлмасы күләйин һәр һансы сүр'әтиндә эл чархынын күчүндән данма эйни дәрәчәдә долғун истифадә эдилмәсини тә'мин этсин.

Күләк энержисиндән оптимал истифадә эдилмәси үчүн лазым кәлән шәрантин анализи, низамасалма муфтасынын чэртмә профили үчүн хүсуси тәнлик чыхарылмасыны тәләб этди. Тәклиф этдийимиз бу тәнликдән истифадә этмәклә, ел насосу гурғусунун иш режимини автоматик олараг низама салачаг муфтанын чэртмә профилини асанлыглар гурмаг мүмкүндүр.

ТЕХНИКА

Л. М. ЛОГОВ и К. Х. САФАРОВ

ОПЫТНАЯ ВЕТРОУСТАНОВКА ВДН-5

(Представлено действ. членом АН Азербайджанской ССР
И. Г. Есьманом)

Существующие стационарные ветродвигатели, обслуживающие колодцы или шахты, обычно располагаются над ними, у устья самой шахты. Однако в целом ряде производств, например, при малой добыче нефти из кустарных нефтевыработок, требуется одной ветроустановкой обслуживать несколько шахт и скважин, расположенных вокруг нее.

В районах Баку кустарные выработки ничтожно используются ввиду разбросанности их по большой площади и трудности механизации вследствие отдаленности от источников энергии. Общее количество таких выработок достигает нескольких тысяч единиц с потенциальными возможностями добычи нефти до нескольких сот тысяч тонн в год. Многолетней практикой тартания нефти установлена периодическая эксплуатация нефтевыработок. Подъем жидкости (нефти с водой) из колодца или скважины производится один раз в двое или трое суток и занимает от 1 до 3 часов. В остальное время происходит восстановление рабочего горизонта в скважине. В связи с этим следует считать в условиях Апшеронского полуострова целесообразным широкое использование ветродвигателей по предлагаемому ниже способу для механизированного тартания нефти из малодебитных нефтевыработок.

Механизация таких выработок с помощью ветродвигателей обычных конструкций нерациональна, так как последние не приспособлены, без перестановки их, к последовательному обслуживанию целой группы выработок и не могут быть использованы в данных условиях без больших простоев.

В „АНХ“ (1948 г., № 2) нами были описаны проектные данные ветродвигателя ВДН-5, предназначенного для последовательного обслуживания группы выработок, расположенных вокруг него по радиусу до 150 и больше метров¹.

¹ Гостехника СССР признала новизну и полезность этого предложения и выдала Л. М. Логову и М. И. Заферман авторское свидетельство за № 80764 на изобретение под названием: „Ветродвигатель для тартания нефти и т. п. жидкостей“.

Цель настоящей статьи—освещение особенностей и основных достоинств уже изготовленной и испытанной ветроустановки ВДН-5.

Применяемые обычно способы и устройства для регулирования работы ветродвигателей, как, например, боковые лопасти, центробежные муфты, вращающиеся подкрылки и пр., действуют автоматически и рассчитаны на вывод ветроколеса из-под ветра в нерабочее положение и соответственное выключение ветродвигателя при скоростях ветра, достигающих определенных значений. Однако при использовании ветродвигателей для работы с часто меняющейся нагрузкой (от максимального значения до нуля) и требующих частых остановок и пусков рабочего агрегата, известные способы регулирования непригодны. По условиям работы иногда требуется использовать скорости ветра и выше лимитных (рабочих-расчетных), а иногда, наоборот, необходимо притормозить ветроколесо и при нормальных скоростях ветра. В условиях добычи нефти тартием из малодобитных нефтевыработок бывает необходимо при последовательном обслуживании шахт и скважин, имеющих различные глубины и крепления (деревянные срубы), соблюдать соответственные, отличные друг от друга, режимы интенсивности отбора из них жидкости (нефти и воды). Это требует часто изменять потребляемую мощность и соответственно изменять степень притормаживания ветряка, снижая полезную мощность и предупреждая разнос ветроколеса.

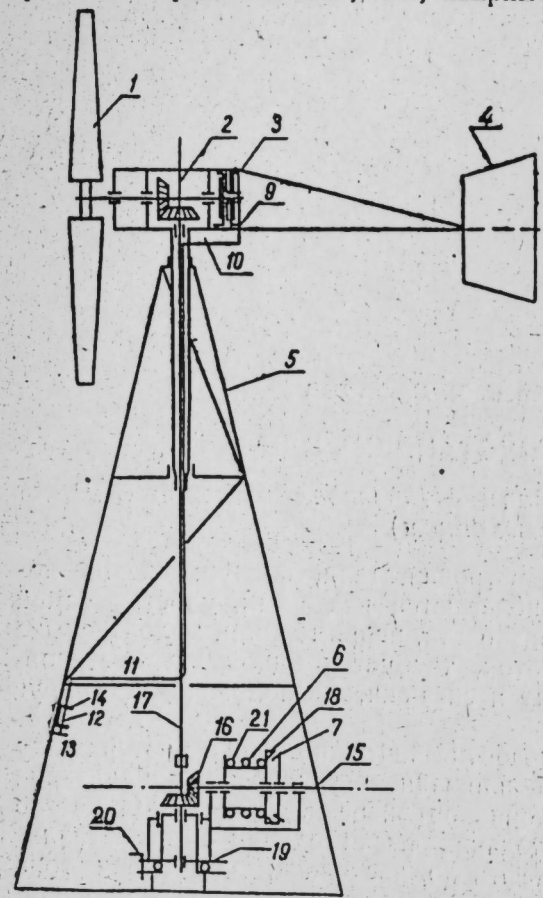


Рис. 1

Ветроустановка крыльчатый, быстроходный, вращательного действия ВДН-5.
1—ветряное колесо; 2—головка; 3—муфта фрикц. (плоскость); 4—хвост; 5—башня; 6—лебедка; 7—муфта фрикц. (конус.); 9—рычаг; 10—11—кинематич. цепь; 12—14—звено управления

Этим условиям отвечает предлагаемый метод и конструкция управления ветродвигателей и регулирования режима его работы¹.

Существо предлагаемого способа регулирования состоит в том, что управление ветродвигателем и регулирование режима его работы производят торможением горизонтального вала ветроколеса двигателя. При этом степень интенсивности торможения может устанавливаться оператором, обслуживающим исполнительный механизм (например,

¹ Гостехника Союза ССР выдала Л. М. Логову и М. И. Заферман авторское свидетельство за № 83212 на изобретение под названием: «Устройство для ручного регулирования быстроходного ветродвигателя».

тартельную лебедку) и ветродвигатель, в зависимости от скорости ветра и мощности, потребляемой исполнительным механизмом.

На рис. 1. показана схематично конструкция предлагаемого ветродвигателя.

Ветроустановка состоит из ветроколеса 1 с головкой 2 и хвостом 4, смонтированных на башне 5. Отличительной особенностью предлагаемого ветродвигателя является принципиальная схема и конструкция тартельного механизма, расположенного у основания башни, между ее опорами.

Механизм этот состоит из тартельного барабана 6, свободно сидящего (на 2 конических роликовых подшипниках) на приводном валу 15, постоянно сцепленном посредством пары конических шестерен 16 с вертикальным валом 17 ветродвигателя. Сцепление тартельного барабана 6 с валом 15 осуществлено фрикционной конической муфтой 7, аксиально перемещаемой рычагом от руки (на схеме не показан). Кроме того, барабан 6 имеет тормозной венец 18 для ручного ленточного или колодочного тормозов. Барабан 6 с валом 15 смонтированы на поворачивающемся вокруг вертикального вала 17 консольном кронштейне 19, закрепляемом в требуемом для работы положении фиксаторами 20.

Выбор тартельного троса 21 осуществляется при работе ветродвигателя путем сцепления тартельного барабана 6 с приводным валом 15 при включении муфты 7.

Стравливание троса (при опускании в выработку желонки или других приборов) происходит при выключенной муфте 7 за счет собственного веса желонки, причем скорость травления (опускания желонки) регулируется ручным тормозом 18.

Возможность кругового вращения тартельного механизма обеспечивает обслуживание им всех выработок, расположенных вокруг ветродвигателя в пределах радиуса действия, обусловливаемого длиной троса 21.

Сцепление троса 21 с подъемными тросами желонки выработок осуществляется обычным быстродействующим замком.

Общая схема и расположение регулирующего устройства на головке ветряка и его башне показаны на рис. 1, а конструктивная кинематическая схема регулирующего устройства—на рис. 2.

В соответствии с чертежами фрикционная дисковая тормозная муфта 3 (см. рис. 1), расположенная на горизонтальном валу ветродвигателя, оппозитно ветроколесу, включается в работу с помощью рычага 9 и кинематической цепи 10, 11 (рис. 1, 2).

Регулирование степени притормаживания достигается звеном управления (12, 13 и 14, рис. 1, 2) и производится оператором, обслуживающим тартельную лебедку, для чего это звено вынесено к рабочему месту оператора у основания башни.

В период 1950—1951 гг. по заказу Энергетического института им. И. Г. Есьмана в г. Баку была изготовлена в механических мастерских местной промышленности опытная ветроустановка ВДН-5 (рис. 3), развивающая мощность при рабочих скоростях ветра до N-3, 6 л. с. и обеспечивающая подъем 100-килограммовой желонки со скоростью до $V_{ж} = 2,5$ м/сек.

На рис. 4 изображены совмещенные рабочие характеристики ветродвигателя ВДН-5 и его тартельной лебедки при меняющейся нагрузке от 40 до 120 кг, при рабочих скоростях ветра от 4 м/сек до 10 м/сек. Кривая А соответствует оптимальному использованию энергии ветродвигателя, ломаная линия а б в г д е—есть рабочая характеристика лебедки ветродвигателя при нагрузках 40, 80, 120 кг.

Годичные испытания в природных условиях под нагрузкой подтвердили пригодность ветродвигателя ВДН-5 не только для тартания жидкостей, но и для других работ—для подъема и волочения тяжелых

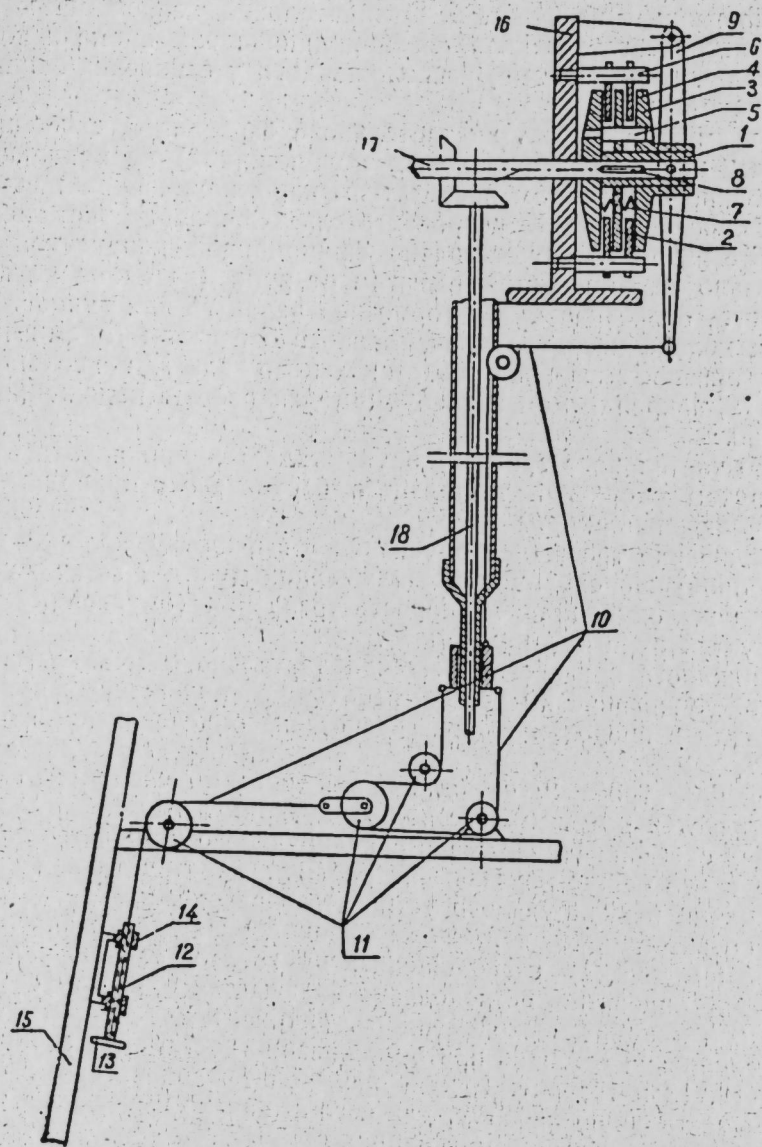


Рис. 2

Управление фрикционной муфтой ветродвигателя ВДН-5.
 1—корпус муфты; 2—диск фрикционный промежуточный; 3—диск фрикционный пажимной; 4—диск фрикционный тормозной; 5 и 6—палец направляющий; 7—пружина для выключения муфты; 8—шпонка; 9—рычаг включения; 10—канат диаметром 4—6 мм (трос); 11—ролик; 12—винт натяжной; 13—маховичок управления; 14—кронштейн винта

стей, для работ ударного действия (ударное бурение, забивка и выдергивание свай, очистка скважины от засорений и т. п.) и для передачи

Техническая комиссия из представителей заинтересованных министерств рекомендовала использовать ветродвигатель ВДН-5 для тартания нефти, в качестве механического привода при вспомогательных работах и для сельскохозяйственных машин.

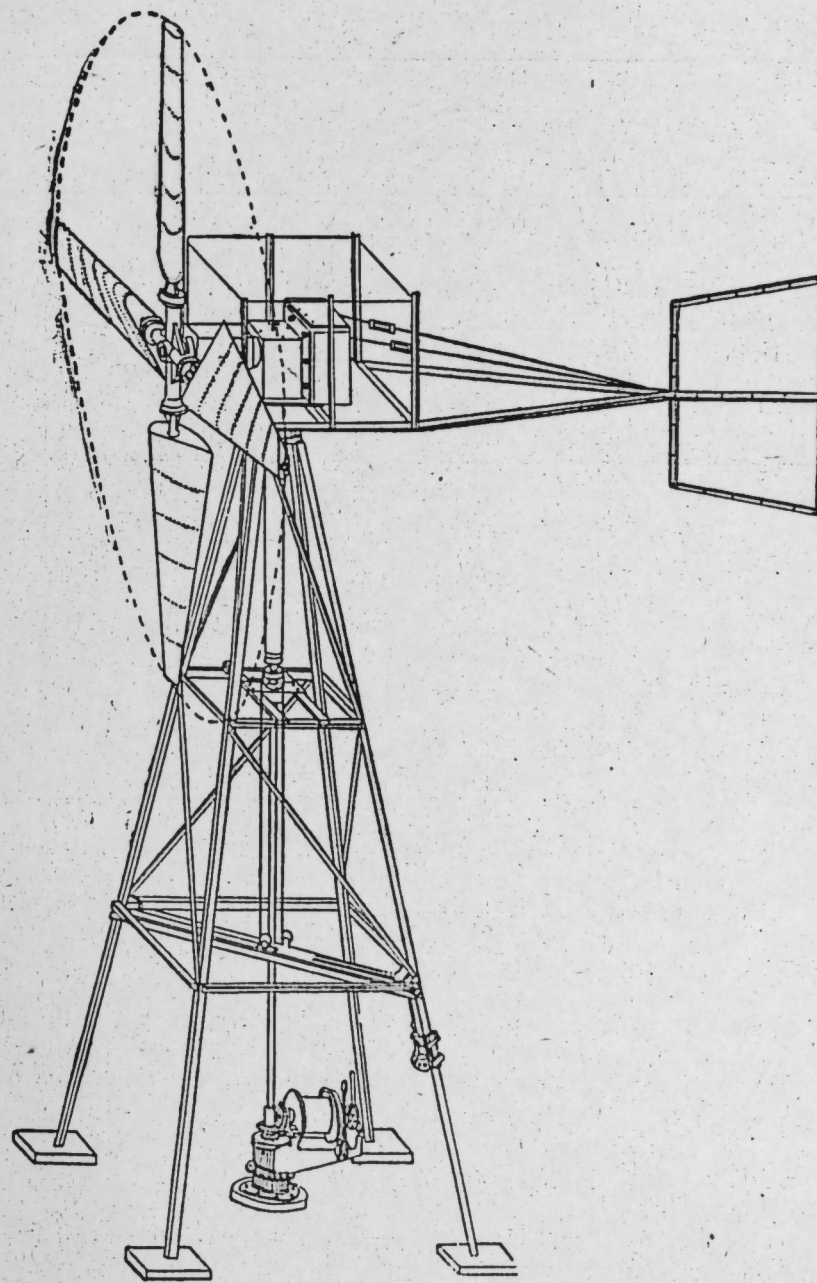


Рис. 3

Общий вид ветродвигателя ВДН-5

Широкое использование на Апшероне ветродвигателей ВДН-5 для тартания нефти и воды при последовательном обслуживании несколь-

ких близко расположенных колодцев рекомендуется в резолюции Первого республиканского совещания по вопросам внедрения ветродвигателей в народное хозяйство Азербайджанской ССР, состоявшегося в г. Баку 8/VI 1951 г.

Л. М. Логов вә К. Х. Сәфәров

ВДН-5 маркалы тәчрүбә ел гурғусу

ХҮЛАСӘ

Абшерон ярымадасы шәраитиндә аз дебитли нефт гуюларындан механикләшдирилмиш үсулла нефт чыхармаг үчүн ел мүһәррикләриндән кениш сурәтдә истифадә этмәк мәгсәдә уйғун һесаב әдилир.

ВДН-5 маркалы ел мүһәррики нефтин кустар үсулла чыхарылмасы просесини механикләшдирмәк үчүн хүсуси олараг ишләннб һазырланмышдыр. Ишин әл илә низама салынмасы вә ВДН-5 маркалы ел мүһәррики илә даирәви хидмәт әдилмәси имканы бир-бириндән аралы олан нефт гуюларында бу мүһәррикдән сәмәрәли истифадә этмәк үчүн шәраит яратмышдыр.

Тәчрүбә үчүн олан ел мүһәррики нүмунәсинин узун мүддәтдән бәри сынанмасы онун йүксәк истисмар кейфийәтинә малик олдуғуну вә истәр дартай үсулу илә нефт чыхармаг, истәрсә дә ярдымчы вә башга ишләр апармаг: вурма үсулу илә гую газымаг, гую тәмизләмәк вә с. үчүн ярадығыны сүбут әтмишдир.

Кустар үсулла нефт чыхармаг, мә'дәнләрдә вә ағыр иш просесләрини механикләшдирмәк үчүн кәнд тәсәррүфатында ел мүһәррикинин кениш сурәтдә тәтбиги, бу истәһсалатын инкишафына көмәк әдәр, һохлу миғдарда истилик вә электрик мүһәррикләрини азад әдәр.

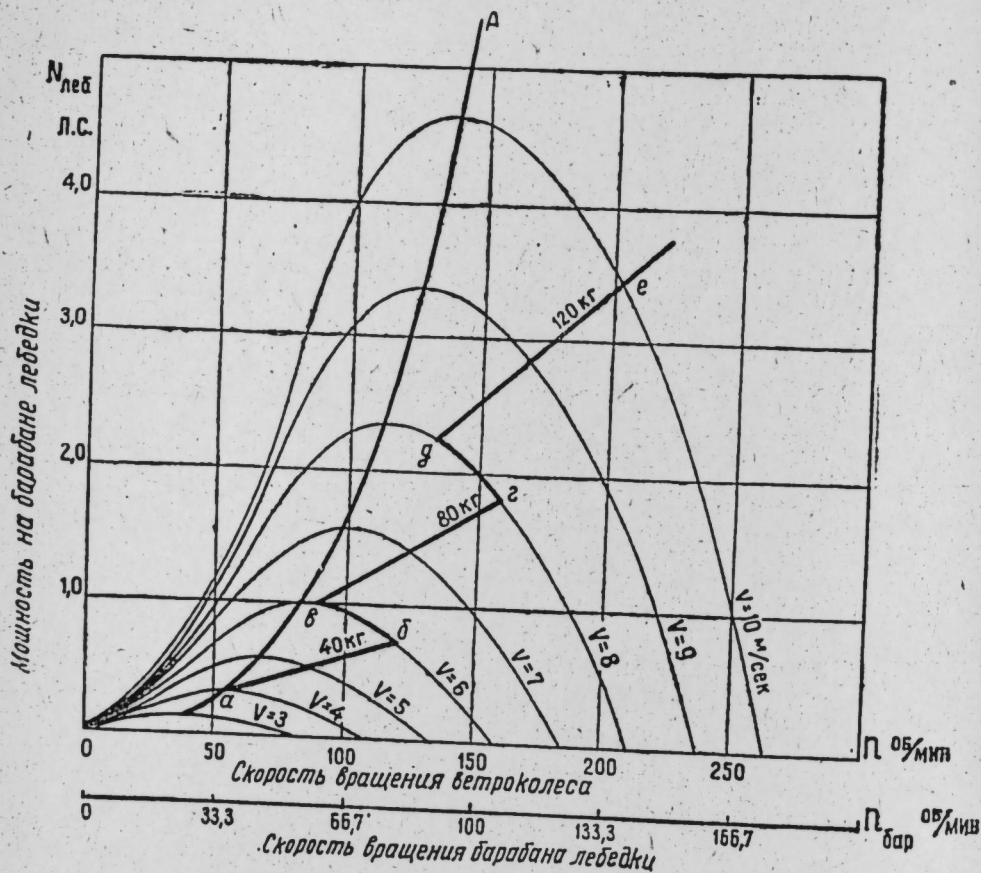


Рис. 4

Совмещенные рабочие характеристики ветродвигателя ВДН-5 и его тартальной лебедки при меняющейся нагрузке

Массовое внедрение ветродвигателей ВДН-5 на всех промыслах малой нефтедобычи из малодебитных нефтевыработок высвободит значительное количество тепловых и электрических двигателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. М. Логов—Ветродвигатель ВДН-5 для кустарной добычи нефти. „АНХ“ № 2, 1948.
2. Л. М. Логов—Использование энергии ветра. Труды Энергетического института им. И. Г. Есьмана, т. X, 1951.

Институт энергетики им. И. Г. Есьмана
АН Азербайджанской ССР

Поступило 20. VI. 1952

А. Б. ЦАТУРЯНЦ

ОСОБЕННОСТИ РАСТВОРЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ
УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ СЛОЖНОГО СОСТАВА В НЕФТЯХ

(Представлено действ. членом АН Азербайджанской ССР
Г. Н. Газиевым)

Естественный углеводородный газ (нефтяной газ), являющийся неизменным спутником нефти, представляет собой сложную смесь различных углеводородов.

Из закона Дальтона—Рауля.

$$P \cdot y_1 = P_0 \cdot x_1,$$

устанавливающего связь между общим давлением над раствором (P), молекулярной концентрацией компонента в газовой фазе (y_1) и в жидкой фазе (x_1), а также упругостью паров компонента в чистом виде (P_0), видно, что для равенства нулю молекулярной концентрации какого-либо компонента пластовой жидкости в газовой фазе (y_1) требуется бесконечно большое давление над раствором или же равная нулю упругость паров этого компонента в чистом виде.

Приведенное элементарное рассуждение говорит о том, что теоретически естественный углеводородный газ содержит все углеводороды, входящие в состав пластовой нефти. Практически же естественные газы, как видно из многочисленных фракционных анализов их, состоят из следующих индивидуальных газов: метан, этан, пропан, бутаны, „пентаны и высшие“. Под термином „пентаны и высшие“ подразумеваются пентаны и все углеводороды тяжелее пентана, обнаружить которые обычным фракционным анализом не удастся ввиду их ничтожного содержания. Из других газов, содержащихся в значительных количествах, следует отметить углекислый газ.

Совершенно очевидно, что растворимость газа такого сложного состава, помимо давления, температуры и свойств нефти, зависит еще от его компонентов, которые обладают различной растворимостью в одной и той же нефти.

Из углеводородов, входящих в состав естественных газов, наименьшей растворимостью обладает метан.

В литературе [6] имеются следующие данные об относительной растворимости метана, этана и пропана в керосине (растворимость метана принята за единицу)—

Метан—1
Этан—4,5
Пропан—21.

В. Лэси указывает, что, хотя в данном случае растворителем был керосин, те же соотношения растворимости остаются, вероятно, и для других жидких углеводородов, по крайней мере, приблизительно.

Интересно отметить, что значения относительной растворимости индивидуальных углеводородов, вычисленные нами по их идеальной растворимости, достаточно близко подходят к значениям, приведенным выше. Если идеальную растворимость метана принять за единицу, то относительные идеальные растворимости остальных углеводородов при 30° С выразятся следующими цифрами:

Метан— 1
Этан — 5
Пропан —21
Бутан —50.

Идеальная растворимость была вычислена по закону Рауля

$$N = \frac{1}{P_0} P.$$

где N —молекулярная концентрация компонента;
 P_0 —упругость паров компонента в чистом виде;
 P —давление паров компонента над раствором.

Идеальная растворимость компонента равна величине молекулярной концентрации его при $P = 1 \text{ атм.}$, т. е. $\frac{1}{P_0}$. Указанное обстоятельство говорит в пользу того, что для приблизительной оценки растворимости различных углеводородов в жидкостях вполне можно употреблять величины их идеальной растворимости.

Как видно из приведенных данных, растворимость индивидуальных углеводородов довольно быстро растет с увеличением их молекулярного веса, что приводит к тому, что растворимость естественных углеводородных газов в нефтях в большой степени зависит от состава их: чем больше тяжелых компонентов в составе естественного газа, тем выше его растворимость при прочих равных условиях.

Из рассмотрения большого числа экспериментальных кривых зависимости количества растворенного газа от давления, полученных путем дегазации образцов нефти, насыщенных газом, видно, что указанная зависимость имеет вначале, до определенного давления, криволинейный характер, после чего следует практически прямолинейная зависимость, т. е. имеет вид, изображенный на рис. 1. Из тех же кривых видно, что предел давления, выше которого наблюдается практически прямолинейная зависимость между количеством растворенного газа и давлением, различен для разных случаев и обычно не превышает 30—40 атм.

Очень часто исследователи при изучении зависимости растворимости естественных газов в нефтях стремятся связать этот вопрос с законом Генри—определить, подчиняется или нет закону Генри растворимость естественных газов в нефтях. В зависимости от результатов эксперимента исследователи делали самые различные, противоречивые выводы.

В одном случае [6, 7], при изучении растворимости сухого естественного газа, близкого по составу к однокомпонентному газу—метану, зависимость растворимости естественного газа от давления оказывается действительно прямолинейной до сравнительно высоких давлений. В другом случае, при исследовании растворимости сравнительно жирного газа, содержащего в своем составе помимо метана заметное количество более тяжелых компонентов, зависимость растворимости от давления в той или иной степени отличается от прямолинейной. Наконец, в третьем случае [4] для одного и того же газа при некоторых условиях давления и температуры указанная зависимость получается прямолинейной, при других—криволинейной (объяснение третьего случая см. ниже).

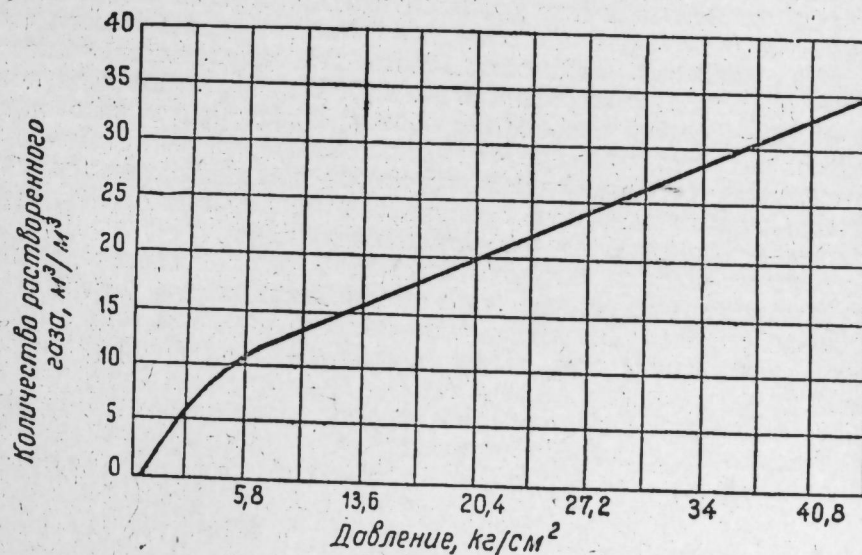


Рис. 1

Наличие криволинейного участка на кривой зависимости растворимости естественных газов в нефтях ряд авторов объясняет отклонением от закона Генри. Несостоятельность такого вывода видна уже из того, что истинные причины отклонения растворимости газов от закона Генри как раз таковы, что сказываются на зависимости растворимости газов в жидкости тем сильнее, чем выше давление (1), в то время как криволинейные участки в случае системы нефть—естественный газ характерны именно для области низких давлений.

Вообще, постановка вопроса о подчинении или неподчинении закону Генри растворимости естественного газа в нефти сама по себе неверна. Закон Генри относится лишь к случаю растворения индивидуального газа в жидкости. А поэтому ожидать подчинения этому закону в случае газа сложного состава (каким является естественный газ), даже при условии подчинения закону Генри каждого из его компонентов, конечно, нельзя. Это особенно наглядно подтверждается приведенным ниже приближенным расчетом количества растворенного газа (п. 1).

Наличие криволинейного участка на кривой зависимости растворимости естественных газов в нефтях от давления необходимо объяснять только лишь сложным и переменным (при изменении давления) составом растворяемого газа, что, в свою очередь, является результатом

крайне неодинаковой растворимости компонентов его в одной и той же нефти при одинаковых условиях.

Действительно, если естественный газ сложного состава привести в соприкосновение с нефтью при некотором давлении, то компоненты его растворятся в нефти в количествах, соответствующих их коэффициенту растворимости и парциальному давлению. Ввиду сравнительно высокой растворимости тяжелых компонентов газа, по сравнению с легкими, доля тяжелых компонентов в оставшейся газовой фазе раствора будет меньше, чем в исходном газе. При дальнейшем повышении давления естественный газ будет продолжать растворяться в нефти, однако уже в сравнительно меньших количествах, так как он стал богаче легкими компонентами, по сравнению с первым равновесием.

Таким образом, с повышением давления газовая фаза раствора становится все богаче легкими компонентами естественного газа, что и является причиной уменьшения коэффициента растворимости его с повышением давления. Прямолинейность же зависимости растворимости от давления, наступающую с некоторого значения давления (не выше 30—40 атм) необходимо объяснять тем, что в газовой фазе раствора остается практически чистый метан, растворимость которого в нефти следует прямолинейному закону до сравнительно высоких давлений. При дегазации пробы нефти, насыщенной газом, наблюдается аналогичная картина, но в обратном порядке.

Ниже приводится элементарный расчет, экспериментальные данные, подтверждающие уменьшение среднего молекулярного веса (или уд. веса) газовой фазы раствора с увеличением давления, что является причиной уменьшения коэффициента растворимости в области низких давлений.

1. Элементарный аналитический расчет количества растворенного газа был произведен при допущениях:

а) растворимость компонентов естественного газа следует закону Генри;

б) парциальные давления компонентов в газовой фазе определяют законом Дальтона.

Кроме того, коэффициенты растворимости компонентов газа были определены по их идеальной растворимости (см. выше), причем коэффициент растворимости метана был принят условно равным $0,5 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Естественно, что указанные допущения приведут к известным искажениям при определении количества растворенного газа, однако приводимый расчет преследует лишь цель дать качественную картину зависимости растворимости естественного газа в нефти от давления, не претендуя на точность в количественном отношении.

Расчет был произведен для трех газов, составы которых были выбраны произвольно (таблица 1).

Таблица 1

Углеводород	№ 3	№ 2	№ 1
CH_4	90	80	70
C_2H_6	2	5	10
C_3H_8	4	6	10
C_4H_{10}	4	9	10

Результаты расчета приведены на рис. 2, из которого видно, что зависимость растворимости естественного газа от давления имеет вна-

чале криволинейный участок, причем предел давления, выше которого начинается прямолинейный участок, тем выше, чем больше тяжелых компонентов в газе (сравните таблицу 1 с рис. 1).

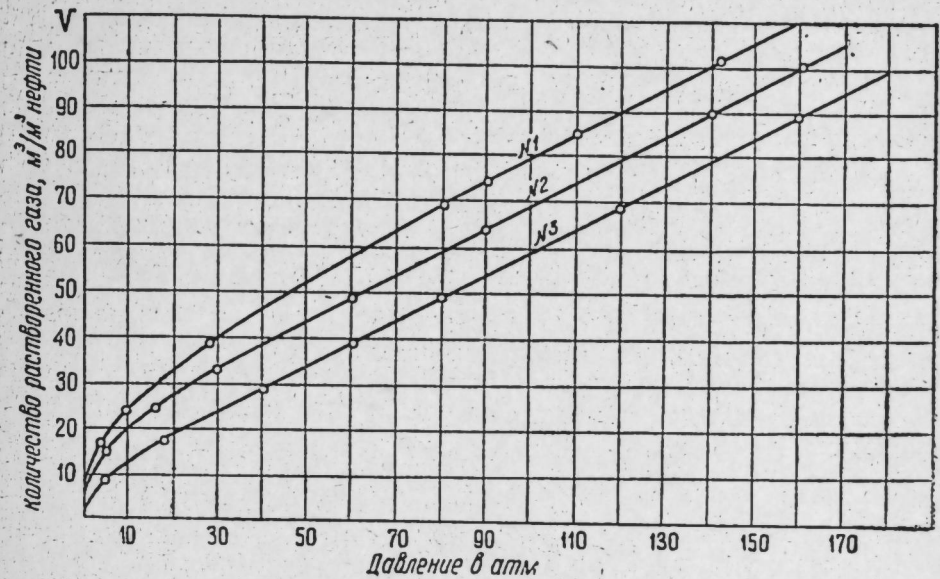


Рис. 2

В таблице 2 приведены результаты расчета, из которых видно, что с увеличением давления уменьшается плотность газовой фазы раствора (приведенная к нормальным условиям), следствием чего является уменьшение коэффициента растворимости газа в целом.

Таблица 2

№ 3			№ 2			№ 1		
Давление в атм	Плотность газовой фазы в кг/н. м³	Коэффициент растворимости в м³/м³ атм	Давление в атм	Плотность газовой фазы в кг/н. м³	Коэффициент растворимости в м³/м³ атм	Давление в атм	Плотность газовой фазы в кг/н. м³	Коэффициент растворимости в м³/м³ атм
4	1,090	4,15	1	0,987	3,405	1	0,852	1,920
10	0,869	2,31	5,22	0,886	2,840	5,3	0,830	1,580
28	0,818	1,32	16,35	0,790	1,501	18,3	0,763	0,930
80	0,756	0,84	30,0	0,740	1,097	40	0,725	0,712
90	0,715	0,825	60,0	0,733	0,808	60	0,720	0,641
110	0,715	0,765	90,0	0,722	0,715	80	0,715	0,605
142	0,715	0,700	140,0	0,715	0,631	120	0,715	0,570
—	—	—	171,26	0,715	0,601	160	0,715	0,550
—	—	—	—	—	—	180	0,715	0,546

Необычно высокие значения коэффициентов растворимости в области низких давлений не должны объясняться неточностью расчета. Коэффициенты растворимости такого порядка были получены экспериментальным путем сотрудниками ВНИИ при дегазации образцов нефти вос-

точных районов, отличающихся естественными газами со значительным содержанием тяжелых углеводородов [5].

2. На рис. 3, заимствованном из литературы [2], представлена зависимость коэффициента сжимаемости от давления для естественного газа, выделяющегося из нефти. При увеличении давления от 0 до 35 атм коэффициент сжимаемости уменьшается от 1,0 до 0,9, а при увеличении давления от 35 до 70 атм—всего от 0,9 до 0,85, т. е. в области низких давлений наблюдается более резкое изменение коэффициента сжимаемости, что ясно указывает на то, что при уменьшении

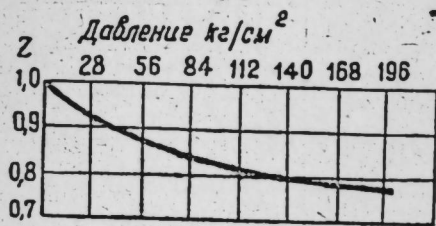


Рис. 3

шени давления состав газовой фазы изменяется в сторону преобладания в нем более тяжелых компонентов.

3. На рис. 4, также заимствованном из литературы [3], представлена зависимость „усадки“ нефти от изменения давления при дегазации.

При снижении давления от 120 до 30 атм объем нефти уменьшился всего на 12%, в то время как уменьшение давления от 30 атм до 0 вызвало уменьшение объема нефти почти на 30%. Такое сравнительно резкое уменьшение объема нефти в области низких давлений при дегазации является следствием выделения из нефти более

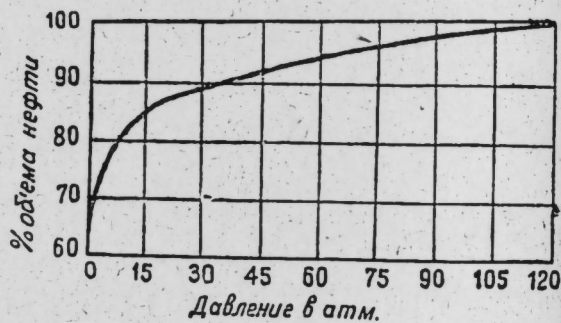


Рис. 4

тяжелых компонентов естественного газа, обладающих как большей растворимостью, так и большими парциальными молярными объемами по сравнению с легкими компонентами, выделяющимися из нефти преимущественно в области высоких давлений.

4. Если принять коэффициент идеальной растворимости метана за единицу, то относительные коэффициенты растворимости остальных углеводородов при соответствующих температурах будут следующими: (таблица 3).

Таблица 3

Углеводород	1 : P ₀	
	30°С	150°С
Метан	1	1
Этан	5	2,98
Пропан	21	7,07
Бутан	50	10,0

Следовательно, с увеличением температуры уменьшается не только абсолютное значение коэффициента растворимости каждого из компонентов, но уменьшается также сравнительная растворимость отдельных компонентов естественного газа. Изменение же плотности газо-

вой фазы (при нормальных условиях) с изменением давления, что является причиной изменения коэффициента растворимости, объясняется разницей в растворимостях компонентов естественного газа.

Таким образом, с увеличением температуры уменьшается влияние сложного состава и неодинаковой растворимости компонентов естественного газа на изменение его коэффициента растворимости в целом—криволинейный участок зависимости растворимости от давления становится менее ярко выраженным. Сказанное хорошо подтверждается экспериментальными данными АзНИИ по добыче [4], представленными на рис. 5.

Следует отметить, что авторы экспериментальных данных, представленных на рис. 5 (Н. А. Тривус и К. В. Виноградов), не разобрав действительных причин, изменение коэффициента растворимости при одних условиях (27°,5С; 50°,7С) и его постоянство при других (76°,2С) объясняют ограниченной применимостью закона Генри, допуская грубую с термодинамической точки зрения ошибку.

5. Наиболее убедительным доказательством изменения состава газовой фазы раствора в сторону преобладания в нем легких компонентов с увеличением давления является непосредственный замер плотности газовой фазы (при нормальных условиях) для различных давлений при дегазации. Подобный эксперимент был нами проведен с использованием нефти свиты ПК треста „Сталиннефть“ и естественного газа горизонта КС₃ треста „Бузовнынефть“ следующего состава:

- СН₄ —93,5%
- С₂Н₆ —2,5 „
- С₃Н₈ —0,2 „
- С₄Н₁₀ —0,5 „
- С₅Н₁₂ —0,8 „
- СО₂ —2,5 „

Результаты опыта представлены на рис. 6, откуда видно, что с увеличением давления плотность газа, выделяющегося из нефти, уменьшается от 0,750 до 0,675 кг/м³ (плотность газа отнесена к температуре комнаты при опыте—17°С).

На основании изложенного мы можем определенно утверждать, что причиной уменьшения коэффициента растворимости естественного газа с увеличением давления (т. е. наличия криволинейного участка у зависимости растворимости от давления в случае системы

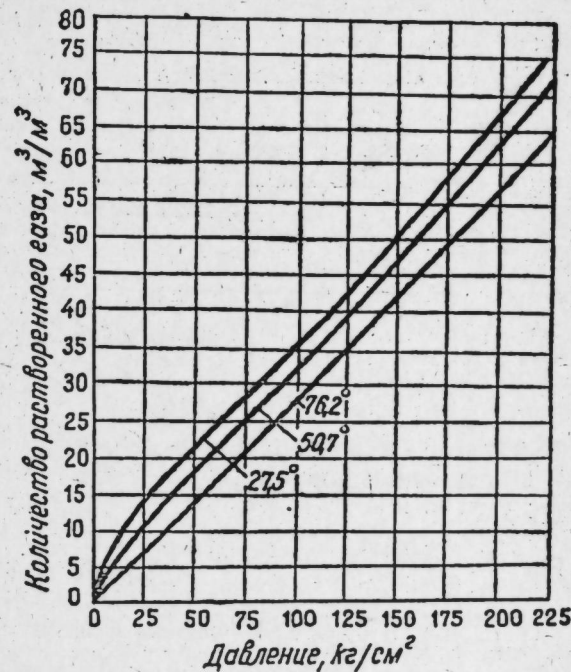


Рис. 5

нефть—естественный газ) является непрерывно изменяющийся сложный состав газовой фазы раствора, что, в свою очередь, является

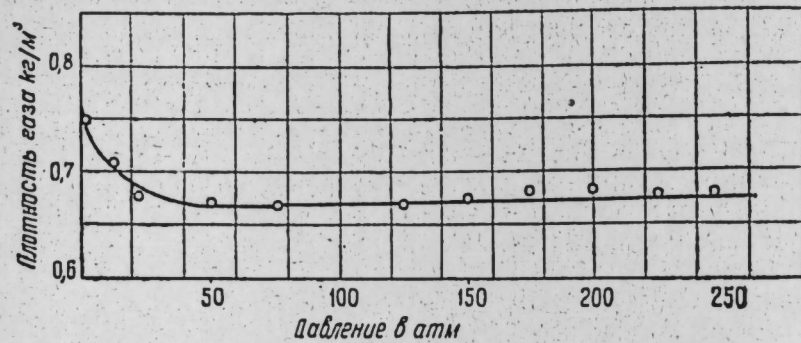


Рис. 6

следствием крайне неодинаковой растворимости компонентов естественного газа при одинаковых условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Р. Кричевский—Фазовые равновесия при высоких давлениях. Госхимиздат, 1948. 2. Г. К. Максимович—Современные методы изучения физических свойств нефтяного пласта. Гостоптехиздат, 1947. 3. И. Н. Муравьев и Ф. А. Требин—Курс эксплуатации нефтяных месторождений. ч. 1, 1937. 4. К. В. Виноградов и Н. А. Тривус—„АНХ“ № 10, 1949. 5. Отчет ВНИИ. 1950. 6. В. Лэси—Значение газового давления для эксплуатации скважин. Иностранная нефтяная техника, вып. 66, 1935. 7. В. Лэси—Oil and Gas Journal, XI, 1932.

Нефтяная экспедиция
АН Азербайджанской ССР

Поступило 15. IV. 1952

А. Б. Сатурянс

Мүрәккәб тәркибли тәбии карбоһидроген газларынын нефтләрдә һәлл олмасы хусусийәтләри

ХҮЛАСӘ

Нефтлә бирликдә ердән чыхан вә тәбии карбоһидроген газындан ибарәт олан нефт газы мүхтәлиф карбоһидрогенләрин мүрәккәб гатышығыдыр. Тамамилә айдындыр ки, белә мүрәккәб тәркибли газын һәллолма габиллийәти нефтин тәзийги, температурасы вә хассәләриндән башга, бир дә газын өз тәркибиндән асылыдыр.

Метан сырасы карбоһидрогенләринин һәллолма габиллийәти, онларын молекула чәкиләри артыгча, сүр'әтлә артыр.

Тәчрүбә йолу илә әлдә әдилмиш кениш мәлумат көстәрир ки, нефтләрдә тәбии карбоһидроген газларынын һәллолма габиллийәтинин тәзийгиндән асылылығы, әввәлләр әйри хәтт шәклиндә алыныр, ләкин бу вә я башга бир тәзийгдән (адәтән, ән чоху 30—40 атмосфердән) башлаяраг, демәк олар ки, дүз хәтт шәклин алыр (мәтидә 1-чи шәклә бах).

Мәгаләдә садә аналитик һесаблама вә тәчрүбә йолу илә мүәййән әдилмиш бир сыра асылылыглар васитәсилә (мәһсулдан айрылан газын сыхлығынын асылылығы, онун сыхыла билмә әмсалы, нефтин тәзийгиндән асылы олараг һәчминин дәйишмәси, тәбии газдакы компонентләрин нисби һәллолма габиллийәтинин температурдан асылылығы) көстәрилир ки, тәзийг артыгча, тәбии газын һәллолма әмсалынын кичилмәси сәбәби, нефт—тәбии газ мәһлулунын мүрәккәб тәркибли газ фазасынын тәркибинин арасы кәсилмәдән дәйишмәсидир. Бу да тәбии газы әмәлә кәтирән компонентләрин һәллолма габиллийәтинин эйни шәрантдә бир-бириндән кәскин сурәтдә фәргләнимәси илә әлагәдардыр.

Ш. Ф. МЕХТИЕВ и Т. М. ДИГУРОВА

**К ВОПРОСУ О ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ
ГУМУСОВОГО ВЕЩЕСТВА И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИМ
СОСТАВОМ В БИТУМИНОЗНЫХ ПОРОДАХ**

*(Представлено действ. членом АН Азербайджанской ССР
М. Ф. Нагиевым)*

Исследованием битуминозных пород установлено совместное присутствие битумов и гумусовых веществ. Работами Т. И. Казьминой [1], А. А. Карцева [2] и др., с помощью химического, петрографического и люминесцентного методов, подтверждено совместное присутствие в некоторых породах битумов нефтяного и угольного ряда.

При внимательном просмотре анализов нами обнаружено, что количество содержащегося в породах гумусового вещества находится в некоторой зависимости от литологического состава их.

Для выяснения отмеченного явления были проведены опыты по определению гумусового вещества в породах с различным гранулометрическим составом. Анализировались образцы пород майкопской свиты из Кировабадского района и продуктивной толщи из Ясамальской долины (Апшеронский полуостров). Всего было исследовано 26 образцов.

Во всех образцах было определено содержание нефтяного и гумусового органического вещества.

Определение гумусового вещества проводилось колориметрически, причем эталоном служила вытяжка бурого угля в 2% КОН.

Концентрация раствора была равна $0,0004 \text{ г/см}^3$.

Для извлечения гумусового вещества к 10 г растертой в порошок породы прибавляли 50 см^3 2% раствора КОН, и нагревали в течение часа. Затем смесь отфильтровывали, а в фильтрате определяли содержание гумусового вещества.

Определение гранулометрического состава пород проводилось в лаборатории петрографии осадочных пород Института геологии им. акад. И. М. Губкина АН Азербайджанской ССР.

Результаты анализа показали, что существует зависимость между гранулометрическим составом пород и содержанием гумусового вещества (таблица 1).

Значительные количества гумусового вещества обнаружены в породах верхнего отдела продуктивной толщи Ясамальской долины (Ап-

Таблица 1

Содержание гумусового и битуминозного вещества в породах продуктивной толщи и майкопской свиты

№ образца	Название породы	Гранулометрический состав в %				Содержание битума в %	Содержание гумусового вещества в %	Возраст
		>0,25	0,25-0,1	0,1-0,01	<0,01			
114	Песчанистый суглинок	0,96	12,40	43,34	43,30	0,20	0,14	Майкопская свита
217	Алевритовая глина	0,40	5,49	43,58	50,53	0	0,20	" "
148	Гипалеврит	1,22	25,01	44,73	29,04	0,03	0,01	" "
160	Алеврито-глинистый песчаник	13,60	48,50	10,60	27,30	0,02	0,002	" "
165	Гипалеврит	1,24	26,00	44,74	28,02	0,01	0,01	" "
152	Гипалеврит	1,30	27,11	43,18	28,41	0,03	0,01	" "
215	Алевритистая глина	0,41	1,64	43,07	54,88	0,0	0,20	" "
161	Супесь	33,11	13,09	23,60	30,20	0,01	0,002	" "
144	Супесь	31,14	15,06	22,70	81,10	0,02	0,002	" "
115	Гипалеврит	1,23	15,00	44,76	39,01	0,20	0,02	" "
110	Суглинок	1,16	17,66	36,40	44,78	0,37	0,08	" "
168	Глинистый песок	13,59	48,61	10,60	27,30	0	0,001	" "
154	Суглинок	1,20	17,70	36,31	44,79	0,06	0,08	" "
106	Алевритистая глина	4,00	6,00	30,85	56,15	0,04	0,01	Продуктивная толща
80	Глинисто-алевритистый песчаник	4,20	46,67	21,27	27,86	0,02	0	" "
76	Глинистый алеврит	0,03	6,66	55,53	37,78	0,06	0,01	" "
122	Супесь	0,53	42,67	23,83	32,97	0,02	0	" "
107	Алевритистая глина	0,56	11,93	25,04	62,67	0,01	0,01	" "
102	Глинистый алеврит	0,10	1,93	54,67	43,30	0,06	0,01	" "
110	Алевритовая глина	1,93	6,50	25,93	65,64	0,05	0,01	" "
131	Алевритовая глина	6,66	10,40	31,66	51,28	0,03	0,01	" "
67	Супесь	0,43	41,52	19,64	38,41	0,04	0,001	" "
64	Глинистый песок	14,67	55,33	8,50	21,50	0,01	0,002	" "
42	Алевритистая глина	7,83	13,13	23,82	55,22	0,002	0,03	" "
36	Суглинок	1,16	13,50	36,83	48,51	0,002	0,02	" "
128	Алевритистая глина	4,73	11,57	15,07	68,63	0,02	0,03	" "

шеронский полуостров) и майкопской свиты Кировабадского района, с преобладанием в гранулометрическом составе фракции < 0,01 мм. Выяснено, что при содержании указанной фракции в 50 и больше процентов—гумусовое вещество определяется в десятых долях процента ко всей породе.

В породах, в которых фракции < 0,01 мм и > 0,25 мм представлены почти в равных количествах, содержание гумусового вещества снижается до сотых и тысячных долей процента. И, наконец, если содержание фракции > 0,25 мм значительно преобладает над другими—гумусовое вещество, как правило, отсутствует.

В таблице 2 показана зависимость между содержанием гумусового вещества и литологическим составом пород.

Таблица 2

Изменение количества гумусового вещества в зависимости от литологической характеристики пород

Возраст	I группа—пески				> 0,25 мм							
	Майкопская свита				Продуктивная толща							
№ образца	160	161	144	168	80	122	67	64				
% гумусового вещества	0,002	0,002	0,001	0,001	0	0	0,002	0,001				
% битума	0,02	0,01	0,02	0	0,02	0,02	0,04	0,01				
Возраст	II группа—алевриты				(0,1—0,01 мм)							
	Майкопская свита				Продуктивная толща							
№ образца	148	165	152	115	76	102	—	—				
% гумусового вещества	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	—	—				
% битума	0,03	0,01	0,03	0,20	0,06	0,06	—	—				
Возраст	III группа—глины				< 0,01 мм							
	Майкопская свита				Продуктивная толща							
№ образца	217	114	215	110	154	105	107	110	131	42	36	128
% гумусового вещества	0,20	0,14	0,20	0,08	0,08	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03
% битума	0	0,20	0	0,37	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,002	0,002	0,02

Из этих данных видно, что в группе песков содержание гумусового вещества колеблется от 0 до тысячных долей (0,002) процента, в группе алевритов—от 0,01 до 0,02% и в группе глин—от 0,01 до 0,20%.

Таким образом, содержание гумусового вещества как в майкопской свите, так и в продуктивной толще достигает наибольшей величины в глинистых породах. Сравнивая изменения количества битумов по тем же комплексам пород, можно усмотреть, что наибольшее содержание битума в майкопской свите отмечается для образцов пород из группы глин, а в продуктивной толще—в образцах алеврита.

Мы полагаем, учитывая возможное значение гуматов как нефтематеринских веществ, что дальнейшее развитие научных работ в области определения гумусового вещества наряду с рассеянными битумами по разрезу исследуемых стратиграфических единиц сыграет положительную роль в разрешении проблемы нефтеобразования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Т. И. Казьмина—К геохимическому изучению майкопских отложений западного Предкавказья. „Геохим. сборник“, 1, Гостоптехиздат, 1949. 2. А. А. Карцев—Экстракционные характеристики каустобиолитов. Изв. АН СССР, т. LXV—22, 1949.

Институт геологии им. акад. И. М. Губкина
АН Азербайджанской ССР

Поступило 25. VI. 1952

Ш. Ф. Меһдиев вә Т. М. Дигурова

Битумлу сұхурларда гранулометрик тәркиблә һумусун
мигдары арасындакы асылылыг мәсәләсинә даир

ХУЛАСӘ

Кировабад районунда, майкоп дәстәсиндә вә Ясамал дәрәсинин мәһсулдар гатында олан битумлу сұхурларын тәдгиги, онларда нефт битумлары вә һумус кимий үзви маддәләрин олдуғуну кәстәрир.

Мә'лум олур ки, һумуслу маддәнин мигдары, сұхурларын литоложи тәркиби илә әлагәдардыр. Белә ки, гум групунда һумусун мигдары 0,001%-ә гәдәр, алеврит групунда 0,01-дән 0,02%-ә гәдәр, кил групунда исә 0,01-дән 0,20%-ә гәдәрдир.

ПЕТРОГРАФИЯ

Ш. А. АЗИЗБЕКОВ и Ф. А. АХУНДОВ

ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРХНЕДЕВОНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛОГО КАВКАЗА

Верхнедевонские отложения в пределах азербайджанской части Малого Кавказа выступают в Норашенском районе Нахичеванской АССР. Представлены они франским и фаменским ярусами, согласно залегающими на среднедевонских отложениях в Юхары-Данзиковской и Яйджи-Садаракской антиклиналях.

Верхнедевонские отложения характеризуются чередованием органогенных тонко-мелкозернистых, кристаллических, ракушечниковых, пелитоморфных и псевдооолитовых известняков, известковых доломитов, глинистых и мергелистых сланцев, кварцевых песчаников, кварцит-песчаников и кварцитов.

Неравномернозернистые фораминиферовые кристаллические известняки являются самыми распространенными породами верхнего девона. Они подразделяются на тонко-мелкозернистые и средне-мелкозернистые. Те и другие (Из Юхары-Данзика и Яйджи) характери-

зуются светлосерой и темносерой окраской, пронизаны кальцитовыми жилками. Структура их гетеробластическая, органогенная (рис. 1 и 2), текстура иногда сланцеватая. Состоят они или из тонко-мелкозернистого (от 0,02 до 0,20 мм) или из средне-мелкозернистого (от 0,12 до 0,45 мм) агрегата кальцита, отдельные участки которого загрязнены глинистыми частицами и пылевидными зернами рудных минералов. Зерна тонко-мелкозернистого кальцита имеют полигональные формы с извилистыми очертаниями. Более крупные зерна



Рис. 1

Органогенный кристаллический известняк верхнего девона из Яйджи.
Увел. 32. Николи +

нередко представлены изометричными формами с характерной спайностью в одном и реже—в двух направлениях под углом 50—55°. Нередки полисинтетические двойники по [0112]. Эти известняки характеризуются присутствием большого количества фораминифер и менее стромотопор, камеры которых выполнены криптозернистым кальцитом, иногда инфильтрированным гидроокислами железа. Из примесей присутствуют единичные зерна кварца, магнетита, лимонита и хлорита. Кальцитовые жилки имеют различную ориентировку и толщина их колеблется от 0,02 до 0,10 мм.

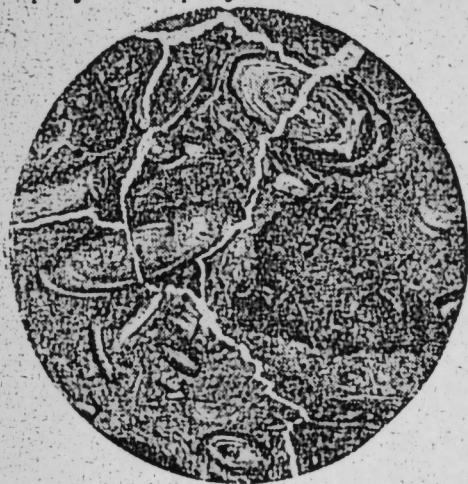


Рис. 2

Органогенный кристаллический известняк верхнего девона из Юхары-Данзика. Увел. 32. Николи +

В песчаных разностях известняков из Юхары-Данзика терригенный материал представлен полуокатанными зернами кварца (15—18%), магнетита и лимонита (5—6%), хлорита и мусковита (2—3%). Размер их не превышает 0,25 мм.

Химический анализ тонко-мелкозернистого фораминиферового известняка из разреза Юхары-Данзика (обр. № 30) приводится в таблице 1. Анализ выполнен в химической лаборатории кафедры петрографии Азербайджанского индустриального института аналитиком Е. И. Макаровой.

Таблица 1

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	K ₂ O + Na ₂ O	H ₂ O при 110°	Потери при прокал.	Сумма
1,32	6,75	2,20	0,12	0,04	48,40	1,10	—	0,16	40,21	100,30

Пересчет CaO и MgO на кальцит и доломит дал следующие результаты: CaCO₃—83,66% и CaMg (CO₃)₂—5,08%.

Криптозернистые фораминиферовые известняки встречаются в разрезе Юхары-Данзика. Представлены они темнобурого цвета породами. Структура их криптозернистая, органогенная. Состоят они из криптозернистой известковой массы, пропитанной органическим пигментом. В этой массе встречаются более крупные зерна кальцита, имеющие ясно выраженную спайность в двух направлениях под углом 55—60°, а также большое количество фораминифер—дискоидикин, камеры которых выполнены мелкозернистым кальцитом. Форма их овальная, дугообразная, столбчатая. Известняки эти пронизаны тонкими (0,01—0,08 мм) кальцитовыми жилками, ориентированными в различных направлениях.

В песчаных разностях этих известняков терригенный материал представлен полуокатанными и угловатыми зернами кварца (14%), магнетита и лимонита (5%), хлорита и мусковита (3%). Размер их колеблется от 0,10 до 0,25 мм. Эти известняки несколько осланцованы и инфильтрированы гидроокислами железа.

Ракушничковые известняки представлены (из Юхары-Данзика и Яйджи) серыми и темносерыми слоистыми породами. Струк-

тура их органогенная, гетеробластическая. Состоят они из многочисленной фауны брахиопод, кораллов, фораминифер, *Radiolaria* и спикул губок, нередко замещенных неравномернозернистым кристаллическим кальцитом. Последний пластинчатой формы с извилистыми очертаниями, с ясно выраженной спайностью в одном или, реже, в двух направлениях, пересекающихся косо по [1011] под углом 55—60°. Наблюдаются полисинтетические двойники по [0112]. Эта известковая масса участками пропитана органическим пигментом и гидроокислами железа. Из примесей встречаются мелкие и редкие полуокатанные зерна кварца, магнетита и лимонита, количество которых не превышает 10—15%.

Псевдооолитовые известняки встречаются в разрезе Юхары-Данзика. Характеризуются они темносерой окраской и плитчатой отдельностью. Структура их псевдооолитовая, органогенная. Состоят они из известковых раковин фораминифер оолитовой формы, погруженных в глинисто-известковую массу. В последней из терригенных компонентов в незначительном количестве присутствуют (до 10—12%) угловатые и полуокатанные зерна кварца и магнетита, размером от 0,02 до 0,12 мм.

Пелитоморфные известняки представлены (из Юхары-Данзика) темносерыми трещиноватыми, с раковистым изломом породами. Структура их пелитоморфная. Состоят они из тонкодисперсной известковой массы, прорезанной тонкими (0,01—0,10 мм) жилочками кальцита. В этой массе присутствуют в незначительном количестве и более крупные зерна кальцита и редко доломита с хорошо выраженными кристаллическими гранями. Изредка наблюдаются сферолиты, представленные свежим кальцитом.

Песчаные разности характеризуются присутствием полуокатанных и угловатых зерен кварца (20—25%), магнетита, лимонита и чешуйками хлорита (до 5%). Размер их колеблется от 0,05 до 0,16 мм.

Химический анализ (аналитик Е. И. Макарова) пелитоморфного известняка из разреза Юхары-Данзика (обр. № 40) приводится в таблице 2.

Таблица 2

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	K ₂ O + Na ₂ O	H ₂ O при 110°	Потери при прокал.	Сумма
3,79	0,04	65	1,75	0,60	0,19	45,65	1,79		0,28	37,93	100,67

Пересчет CaO и MgO на кальцит и доломит дал следующие результаты: CaCO₃—77,00% и CaMg (CO₃)₂—8,27%.

Известковые доломиты отмечены в разрезах Яйджи и Юхары-Данзика. Представлены они серыми и желтовато-серыми породами, прорезающимися в различных направлениях многочисленными кальцитовыми жилками. Структура их гетеробластическая. Состоят они из неравномернозернистого (от 0,08 до 1,70 мм) кристаллического агрегата доломита и кальцита. Крупнозернистые их разности характеризуются неправильными полигональными с извилистыми очертаниями формами зерен. Мелкозернистый доломит располагается в промежутках между крупнозернистым и представляет собою хорошо образованные ромбоэдры. Мелкозернистый кальцит присутствует в меньшем количестве и имеет неправильные очертания. Породы эти отдельными участками инфильтрированы гидроокислами железа и содержат

в незначительном количестве (до 10—15%) примесь в виде полукатанных зерен кварца, магнетита, лимонита и плагиоклаза. Соотношение доломита и кальцита—3:1.

Глинистые и мергелистые сланцы встречаются отдельными пачками в разрезах верхнего девона Юхары-Данзика. Представлены они темносерыми, тонкосланцеватыми породами. Структура их пелитовая, местами алевро-пелитовая. Состоят они из глинистой или глинисто-известковой массы, участками пропитанной органическим пигментом. Из примесей присутствуют полукатанные зерна кварца, магнетита, лимонита и листочки хлорита и мусковита.

Кварцевые песчаники имеют незначительное распространение. Они представлены (из Юхары-Данзика) буровато-серыми, мелко-среднезернистыми, слабо ожелезненными породами. Структура их кристалло-кластическая. Состоят они из кварца, магнетита, лимонита, апатита и мусковита.

Кварц (до 52%) представлен полукатанными и угловатыми (нередко клиновидными) зернами, размером от 0,06 до 0,30 мм. Он часто трещиноват и содержит мелкие включения магнетита и апатита. Некоторые зерна кварца окаймлены лимонитовой оторочкой.

Остальные минералы присутствуют в незначительном количестве: магнетит и лимонит—4%, апатит—1% и мусковит—1%. Размер их—от 0,02 до 0,14 мм. Цемент известковый, кристаллический. Тип цементации базальный, отдельными участками контактовый. Соотношение терригенного компонента и цемента—1,5:1.

Кварциты отмечены в разрезах Юхары-Данзика и Яйджи. Представлены они светлосерыми, буровато-серыми и белесоватыми тонко- и мелкозернистыми и редко среднезернистыми (рис. 3), сливными, иногда тонкополосчатыми породами. Структура их grano- и гетеробластическая. Минералогический состав представлен кварцем, гематитом, магнетитом, лимонитом, хлоритом, мусковитом, апатитом и обломками пород.

Кварц является доминирующим минералом породы, количество его достигает 70—75%. Он имеет полукатанные, угловатые и неправиль-



Рис. 3

Среднезернистый кварцит верхнего девона из Юхары-Данзика. Увел. 32. Николи +

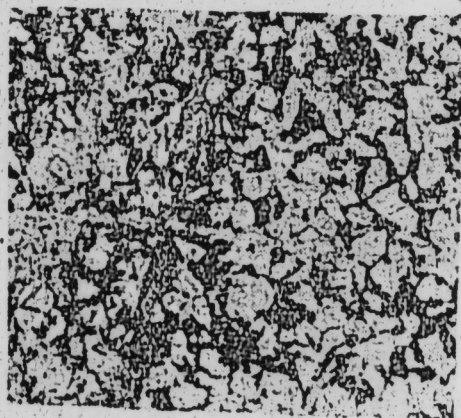


Рис. 4

Кварцит с гематитовым цементом из верхнего девона района сел. Яйджи. Увел. 32. Николи +

ной формы зерна, размером 0,05—0,25 мм. Зерна кварца нередко трещиноваты, загрязнены пылевидными частицами и содержат более крупные включения, представленные рудным минералом и апатитом. Зер-

на кварца то плотно соприкасаются между собою по извилистым своим контурам, то отделены друг от друга или тонкой лимонитовой каемкой или мелкозернистым кварцевым агрегатом гидрогенного происхождения. Он по сравнению с терригенным всегда имеет свежий облик.

Рудный минерал представлен магнетитом, гематитом и лимонитом. Первый является терригенным. Он представлен или отдельными зернами или включен в кварц. Последние два—гематит и лимонит—являются гидрогенными и играют в кварцитах роль цемента (рис. 4). Апатит и другие акцессорные минералы, кроме включения в кварцевых зернах, встречаются и в виде отдельных обломков. Хлорит (клинохлор) и мусковит приурочиваются, главным образом, к промежуточным кварцевым зернам.

Химические анализы (аналитик Е. И. Макарова) кварцитов (обр. № 49 и № 224) из разрезов верхнего девона Юхары-Данзика и Яйджи приводятся в таблице 3.

Таблица 3

Компоненты	Обр. № 49 (Юхары-Данзик)	Обр. № 224 (Яйджи)
SiO ₂	95,00	88,46
TiO ₂	—	следи
Al ₂ O ₃	0,27	2,65
Fe ₂ O ₃	3,77	3,36
FeO	0,13	0,19
MnO	0,04	0,01
MgO	0,54	1,85
CaO	следи	2,85
K ₂ O+Na ₂ O	—	следи
H ₂ O при 110°	0,07	—
Потери при прокал.	0,30	1,21
Сумма	100,12	100,57

Институт геологии им. акад. И. М. Губкина
АН Азербайджанской ССР

Поступило 22. IV. 1952

Ш. Э. Эзизбейов вв Ф. А. Ахундов

Кичик Гафгазын үст девон чөкүнтүләринин петрографик хусусийәти

ХҮЛАСӘ

Кичик Гафгазын Азербайжан ССР-нә анд олан һиссәсиндәки үст девон чөкүнтүләри Нахчыван МССР-ин Норашен району сәһәсиндә үзә чыхыр. Бурада девон чөкүнтүләри фран вә фомен мәртәбәләриндән ибарәт олуб, Юхары Дәнзик вә Яйчы—Сәдәрәк антиклиналларынын орта девон чөкүнтүләри үзәриндә ятыр.

Үст девон чөкүнтүләри үзви, инчә-хырда дәнәли, кристаллик бәлыггулағылы, пелитоморф вә псевдооолит әһәнкдашыларын, әһәнкдашылы доломитләрин, килли вә меркелли шистләрин, кварс-гумдашыларын кварсит-гумдашыларын вә кварситләрин нөвбә илә тәкпар олунамасы илә характеризә әдилир.

Юхарыда көстәрилән әһәнкдашыларын (Юхары Дәнзикдә) гумлу һиссәсинин террикен материаллары ярымюварлаг кварс (15—18%), магнетит, лимонит (5—6%), хлорит вә мусковит (2—3%) дәнәләриндән ибарәт олуб, өлчүләри 0,25 мм-дән артыг дейилдир.

Инчә-хырда дәнәли фораминифер вә пелитоморф әһәнкдашыларын кимйәви анализи мәтидә 1-чи вә 2-чи чәдвәлләрдә верилмишдир.

Кварс-гумдашылар олдугча кичик сәһәдә яйылмышдыр. Бунлар (Юхары Дәнзикдә) гонур-боз рәнкли, хырда-орта дәнәли, зәиф дәмирләшмиш чөкүнтүләрдән ибарәтдир. Структуралары кристаллокластик олуб, кварс, магнетит, лимонит, апатит вә мусковитдән тәшкил олушдур.

Кварс (52%-ә гәдәр) ярымюварлаг вә бучаглы (бә'зән паз шәкилли) дәнәләрдән ибарәтдир. Өлчүләри 0,06-дан 0,30 мм-ә гәдәрдир. Кварс дәнәләринин үзәри чатларла өртүлү олуб, дахилиндә хырда магнетит вә апатит дәнәчикләри вардыр.

Бә'зи кварс дәнәләринин кәнарыны лимонит золаг шәклиндә әһәтә өтмишдир. Галан минераллар чох аз миғдардадыр.

Кварсит Юхары Дәнзик вә Яйчы кәсилишләриндә раст кәлир. Бу кварсит ачыг-боз, гонур-боз вә ағымтыл рәнkdә олуб, инчә-хырда дәнәли вә надир һалларда орта дәнәли, бәркимиш, бә'зән инчә золаглыдыр. Структуралары грано вә һетеробластикдир. Минерал тәркиби: кварс, һематит, магнетит, лимонит, хлорит, мусковит, апатит вә сүхур гырынтыларындан ибарәтдир.

Юхары Дәнзик вә Яйчынын үст девон чөкүнтүләринин кәсилишиндәки кварситләрин кимйәви анализи мәтидә 3-чү чәдвәлдә верилмишдир.

М. А. МУСАЕВ

РЕЗУЛЬТАТЫ СПЕЦИФИЧЕСКОЙ ПРОФИЛАКТИКИ ЛЕПТОСПИРОЗА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В УСЛОВИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА

(Представлено действ. членом АН Азербайджанской ССР
А. И. Караевым)

Для профилактики лептоспироза промысловых и сельскохозяйственных животных профессор С. Я. Любашенко в 1940 г. предложил хиnazоловую вакцину. В первые годы в изготовлении ее участвовал один серологический тип лептоспир (*L. icteroanaemiae*, II), в последнее время хиnazоловая вакцина готовится из двух серологических типов лептоспир, выделенных от животных на территории СССР (*L. icteroanaemiae*, I и II).

В опытах С. Я. Любашенко хиnazоловая вакцина предохраняла лисиц, песцов и телят от лептоспироза во всех случаях при 100% падеже контрольных животных. Он привил хиnazоловой вакциной с положительными результатами 51.468 серебристо-черных лисиц и песцов, 5.483 голов крупного рогатого скота, 386 лошадей, 1268 овец и коз и 1478 свиней.

Хиnazоловая вакцина в 1947 г. была апробирована Министерством сельского хозяйства СССР и рекомендована для широкого применения в производственных условиях. С 1948 г. по настоящее время накопились материалы об эффективности указанного биологического препарата в географо-климатических условиях различных областей СССР. По сообщению А. И. Нефедьева [2] в 1948 г. в Ставропольском крае было привито хиnazоловой вакциной 5.972 животных. После вакцинации среди крупного рогатого скота и овец не было замечено осложнений. По мнению автора, при поголовной и своевременной вакцинации крупного рогатого скота в неблагополучных по лептоспирозу хозяйствах с помощью хиnazоловой вакцины представляется возможность ликвидировать лептоспироз.

По данным П. И. Салей [3] в 1948 г. хиnazоловой вакциной в производственных условиях в Воронежской области прививался взрослый крупный рогатый скот и молодняк в количестве 1.679 голов.

П. И. Салей заключает, что хиnazоловая вакцина обладает иммуногенными свойствами для крупного рогатого скота и предохраняет его от заболевания лептоспирозом.

По сообщению С. Я. Любашенко, хиnazоловой вакциной и гипериммунной сывороткой против лептоспироза до 1949 г. в различных областях СССР привито положительными результатами более 300.000 животных различных видов (крупный рогатый скот, овцы и козы, свиньи, лошади, серебристо-черные лисицы и песцы).

Хиnazоловая вакцина с 1948 г. применяется (также в Азербайджане для предохранения животных от лептоспироза. Данные о проведенных прививках и об их эффективности в условиях Азербайджана накопились значительные, но, к сожалению, они до сих пор не обобщены. А между тем, анализ и обобщение их позволят в дальнейшем более рационально организовать профилактику лептоспироза. Автор настоящей статьи имел целью сделать некоторое обобщение накопленного материала о применении хиnazоловой вакцины в условиях Азербайджана.

Прививки против лептоспироза хиnazоловой вакциной в Азербайджане проводились как с профилактической целью, в ранее неблагополучных по этому заболеванию хозяйствах, так и вынужденно, при появлении лептоспироза в ранее благополучных хозяйствах. Количество крупного рогатого скота, привитого хиnazоловой вакциной в Азербайджане (по годам), показано в таблице 1.

Таблица 1

Количество крупного рогатого скота, привитого хиnazоловой вакциной в Азербайджане за 1948—1952 гг.

Годы	Привито	
	профилактически	вынужденно
1948	1672	1171
1949	3787	1339
1950	6816	2551
1951	61777	47039
1952*	4260	4085
Всего	78312	56155

* За три месяца (январь, февраль и март).

Как видно из таблицы 1, за 4 года и 3 месяца в Азербайджане привито хиnazоловой вакциной крупного рогатого скота профилактически 78.312 и вынужденно—56.155 голов. Общее поголовье привитого крупного рогатого скота за эти годы составляет 134.467 голов. В течение 1952 г. планом предусматривается привить 85.000 голов крупного и 220.000 голов мелкого рогатого скота.

Следует отметить, что с каждым годом количество привитых хиnazоловой вакциной животных в Азербайджане увеличивается, что видно из нижеследующей кривой (рис. 1).

Если в 1948 г. количество профилактически и вынужденно привитого крупного рогатого скота равнялось 2.843, то в 1951 г. вакцинировано 108.816 голов, т. е. в 38 раз больше, чем в 1948 г.

Прививки против лептоспироза хиnazоловой вакциной проводились в Азербайджане во все сезоны года. Это наглядно видно из таблицы 2.

Материалы таблицы 2 показывают, что за 1948—1952 гг. наибольшее число крупного рогатого скота привито осенью (52.441, или

Таблица 2

Количество крупного рогатого скота, привитого хиnazоловой вакциной в Азербайджане

(по сезонам) за 1948—1952 гг.

Годы	Зимой (XII, I, II)			Весной (III, IV, V)			Летом (VI, VII, VIII)			Осенью (IX, X, XI)			Всего
	профилактически	вынужденно	всего	профилактически	вынужденно	всего	профилактически	вынужденно	всего	профилактически	вынужденно	всего	
1948	100	—	100	—	430	430	879	83	962	693	658	1351	—
1949	652	150	802	1480	40	1520	533	366	899	1121	783	1904	—
1950	887	687	1574	191	180	371	1660	690	2350	4078	964	5042	—
1951	12008	16023	28031	11390	3752	15142	14615	6884	21499	23764	20380	44144	—
1952	4243 (за 2 м-ца I, II)	3155 (за 2 м-ца I, II)	7398 (за 2 м-ца I, II)	17 (за 1 м-ц III)	930 (за 1 м-ц III)	947 (за 1 м-ц III)	—	—	—	—	—	—	—
Всего	17890	20015	37905	13078	5332	18410	17687	8023	25710	29656	22785	52441	—

38,99%). На втором месте по количеству привитых животных стоят зимние прививки (37.905 голов, или 28,19%), на третьем—летние (25.710 голов, или 19,12%) и на четвертом—весенние (18.410 голов, или 13,70%). Сравнительно незначительное число привитых весной животных объясняется тем, что до последнего времени в подавляющем большинстве хозяйств Азербайджана плановые весенние профилактические прививки хиnazоловой вакциной, как правило, не проводились. Животные вакцинировались только при обнаружении лептоспироза.

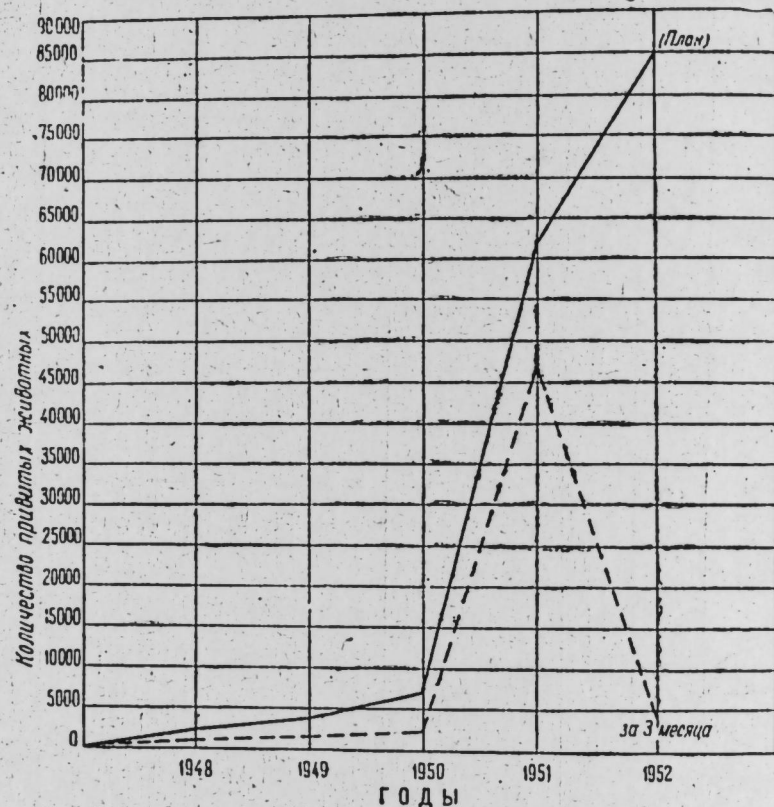


Рис. 1

Количество крупного рогатого скота, привитого хиnazоловой вакциной в Азербайджане за 1948—1952 гг.
 ————— профилактические прививки; - - - - - вынужденные прививки

Удельный вес профилактических и вынужденных прививок по сезонам иллюстрируется нижеследующей диаграммой (рис. 2).

При сопоставлении количества профилактически привитых животных с количеством вынужденно привитых в разные сезоны видно, что профилактические прививки значительно превалируют над вынужденными весной и летом, осенью разница между ними незначительная, а зимою вынужденные прививки превышают профилактические.

Вакцинация против лептоспироза хиnazоловой вакциной проводилась во всех географо-климатических зонах Азербайджана (низменной, предгорной и горной). Наибольшее число животных привито в низменной, несколько меньше в горной и совсем мало в предгорной зоне, как видно из таблицы 3.

По нашим наблюдениям, а также по наблюдениям практиков, в условиях Азербайджана после проведения прививок хиnazоловой вак-

циной осложнения, как правило, не наблюдаются, заболевание быстро прекращается и животные приобретают стойкий иммунитет.

Таблица 3

Количество крупного рогатого скота, привитого хиnazоловой вакциной в различных географо-климатических зонах Азербайджана

Годы	Привито					
	профилактически			вынужденно		
	низменная зона	предгорная зона	горная зона	низменная зона	предгорная зона	горная зона
1948	952	—	720	553	—	618
1949	1738	124	1925	679	215	445
1950	5943	—	873	1976	214	331
1951	33233	18073	10466	28529	13665	4845
1952	2496	1614	150	2457	1365	263
(за 3 месяца)						
За 4 года и 3 месяца	44362	19816	14134	34194	15459	6502

Хиnazоловая вакцина оказалась эффективной в борьбе с лептоспирозом не только крупного рогатого скота, но и других видов животных во всех географо-климатических зонах Азербайджана и во все сезоны года.

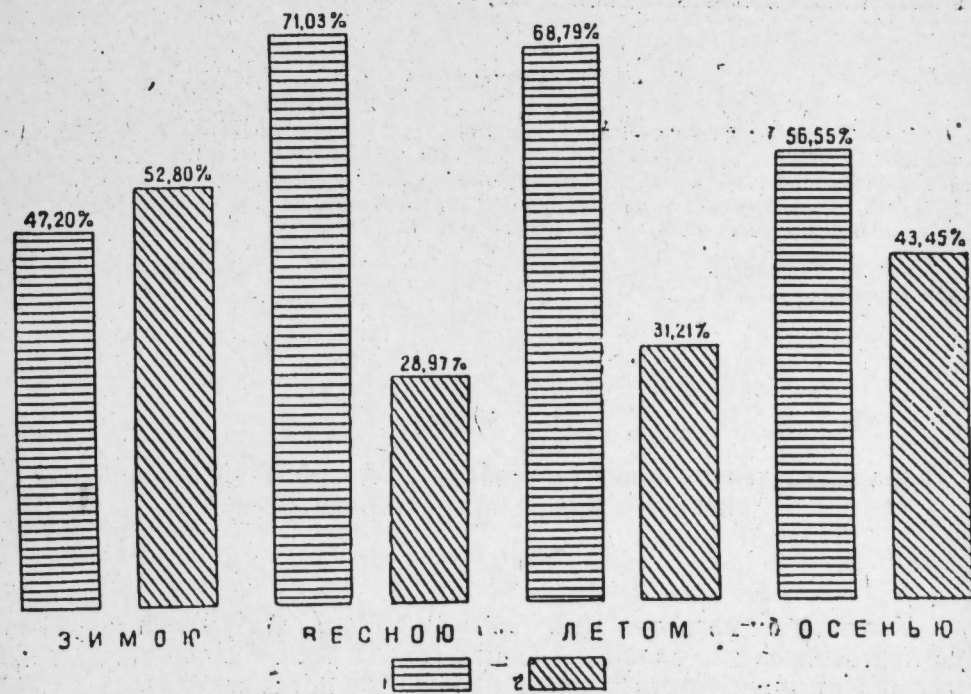


Рис. 2

Удельный вес профилактических и вынужденных прививок по сезонам за 1948—1952 гг. 1—профилактические прививки; 2—вынужденные прививки.

По инструкции, в хозяйствах, имеющих больных лептоспирозом животных, рекомендуется проведение двукратной вакцинации. Иногда при отсутствии достаточного количества биопрепарата в Азербайджане проводились однократные прививки. Наши наблюдения показывают, что в таких хозяйствах в течение в 10—12 месяцев случаи лептоспироза не наблюдаются.

До последнего времени на фермах крупного рогатого скота, имеющих поголовье буйволов, последних не вакцинировали хиназоловой вакциной, так как лептоспироз среди них не был установлен. В настоящее время доказано, что буйволы также восприимчивы к лептоспирозу и их следует предохранять от заболевания при помощи хиназоловой вакцины. Поэтому в хозяйствах, имеющих поголовье буйволов, следует вакцинировать и этих животных.

Выводы

1. Хиназоловая вакцина в условиях Азербайджана является высокоэффективным биологическим препаратом в борьбе с лептоспирозом крупного рогатого скота и других животных.

2. Хиназоловая вакцина оказалась эффективным биопрепаратом в борьбе с лептоспирозом во всех географо-климатических зонах (низменной, предгорной и горной) Азербайджана и во все сезоны года.

3. При отсутствии в хозяйстве достаточного количества вакцины и при необходимости привить большое количество животных, для ликвидации лептоспироза можно производить однократные прививки хиназоловой вакциной с последующим закреплением созданного иммунитета вторичной вакцинацией.

4. В хозяйствах, имеющих и поголовье буйволов, необходимо прививать хиназоловой вакциной и их.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. Я. Любашенко—Вакцинопрофилактика, серофилактика и серотерапия лептоспироза животных. „Ветеринария“ № 7, 1949.
2. А. И. Нефедьев—Применение лептоспирозной вакцины на крупном рогатом скоте. „Ветеринария“ № 8, 1949.
3. П. И. Салей—Об эффективности хиназоловой вакцины против лептоспироза крупного рогатого скота. „Ветеринария“ № 10, 1949.

Институт зоологии
АН Азербайджанской ССР

Поступило 8. VI. 1952

М. Э. Мусаев

Гарамалда лептоспироз хэстэлийинин Азербайжан шэраитиндэ спесифик профилактикасынын екунлары

ХҮЛАСӘ

Мүәллиф бу мәгаләдә 1948—1952-чи илләрдә Азербайжан шэраитиндә лептоспироз хэстэлийинә гаршы хиназол ваксини илә апарылмыш пейвәнд ишләринә екун вурараг ашағыдакы нәтичәйә кәлир:

1. Хиназол ваксини Азербайжан шэраитиндә гарамал вә башга һейван нөвләринин лептоспироз хэстэлийинә гаршы мүбаризәдә йүксәк кейфийәтли биоложи препаратдыр.

2. Хиназол ваксини Азербайжанын бүтүн чографи иглим гуршагларында (дүзәнлик, дағәтәйи вә дағ) вә илин бүтүн фәсилләриндә лептоспирозла мүбаризәдә яхшы нәтичә вермишдир.

3. Мәнтәгәдә лазыми гәдәр ваксини олмадыгда вә чохла һейван пейвәнд әтмәк лазым кәлдикдә, лептоспироз хэстэлийини ләғв әтмәк үчүн хиназол ваксини илә бир дәфә пейвәнд апармаг олар. Газанылмыш иммунитети мөһкәмләндирмәк үчүн икинчи пейвәнд әлавә ваксини алындыгда апарылыр.

4. Гарамал вә чамыш олан тәсәррүфатларда хиназол ваксини илә тәкчә гарамалы дейил, һабелә чамышлары да пейвәнд әтмәк лазымдыр.