

Commission of Motorization and Energetics in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch in Lublin
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine in Kiev
National Academy of Nature Protection and Resort Building in Simferopol
Lviv National Agrarian University in Dublany
Mykolayiv National Agrarian University
University of Engineering and Economics in Rzeszów

MOTROL

**COMMISSION OF MOTORIZATION AND ENERGETICS
IN AGRICULTURE**

**AN INTERNATIONAL JOURNAL
ON OPERATION OF FARM AND AGRI-FOOD INDUSTRY
MACHINERY**

Vol. 14, No 1

LUBLIN – RZESZÓW 2012

Editor-in-Chief: Eugeniusz Krasowski

Assistant Editor: Jerzy Grudziński

Associate Editors

1. Agricultural machinery: *Valeriy Dubrovin*, Kiev, *Mariusz Szymanek*, Lublin
2. Machinery of agri-food industry: *Leszek Mościcki*, Lublin
3. Energetics: *Iliia Nikolenko*, Simferopol, *Janusz Wojdalski*, Warszawa
4. Land management, urban planning, architecture and geodesy: *Karol Noga*, Kraków, *Roman Kadaj*, Rzeszów, *Michał Proksa*, Rzeszów, *Lech Lichołaj*, Rzeszów

Editorial Board

Andrzej Ambrozik, Kielce, Poland	Leszek Mościcki, Lublin, Poland
Dariusz Andrejko, Lublin, Poland	Janusz Mysłowski, Szczecin, Poland
Andrzej Baliński, Kraków, Poland	Ignacy Niedziółka, Lublin, Poland
Volodymyr Bulgakow, Kiev, Ukraine	Iliia Nikolenko, Simferopol, Ukraine
Zbigniew Burski, Lublin, Poland	Paweł Nosko, Lugansk, Ukraine
Karol Cupiał, Częstochowa, Poland	Gennadij Oborski, Odessa, Ukraine
Aleksandr Dashchenko, Odessa, Ukraine	Yurij Osenin, Lugansk, Ukraine
Kazimierz Dreszer, Lublin, Poland	Marian Panasiewicz, Lublin, Poland
Valeriy Dubrovin, Kiev, Ukraine	Sergiy Pastushenko, Mykolayiv, Ukraine
Valeriy Dyadychev, Lugansk, Ukraine	Iwan Rohowski, Kiev, Ukraine
Dariusz Dziński, Lublin, Poland	Józef Sawa, Lublin, Poland
Sergiy Fedorkin, Simferopol, Ukraine	Povilas A. Sirvydas, Kaunas, Lithuania
Jan Gliński, Lublin, Poland	Wolodymyr Snitynskiy, Lviv, Ukraine
Bohdan Hevko, Ternopil, Ukraine	Jerzy Sobczak, Kraków, Poland
Aleksandr Holubenko, Lugansk, Ukraine	Stanisław Sosnowski, Rzeszów, Poland
Marek Idzior, Poznań, Poland	Ludvikas Spokas, Kaunas, Lithuania
L.P.B.M. Jonssen, Groningen, Holland	Jarosław Stryczek, Wrocław, Poland
Stepan Kovalyshyn, Lviv, Ukraine	Aleksandr Sydorчук, Kiev, Poland
Józef Kowalczyk, Lublin, Poland	Wojciech Tanaś, Lublin, Poland
Elżbieta Kusińska, Lublin, Poland	Viktor Tarasenko, Simferopol, Ukraine
Janusz Laskowski, Lublin, Poland	Giorgiy F. Tayanowski, Minsk, Bielarus
Nikołaj Lubomirski, Simferopol, Ukraine	Henryk Tylicki, Bydgoszcz, Poland
Kazimierz Lejda, Rzeszów, Poland	Denis Viesturs, Ulbrok, Latvia
Dmytro Melnychuk, Kiev, Ukraine	Dmytro Voytiuk, Kiev, Ukraine
Maksym Melnychuk, Kiev, Ukraine	Janusz Wojdalski, Warszawa, Poland
Jerzy Merkiś, Poznań, Poland	Anatoliy Yakovenko, Odessa, Ukraine
Ryszard Michalski, Olsztyn, Poland	Oleg Zaitsev, Symferopol, Ukraine
Aleksandr Morozov, Simferopol, Ukraine	Tadeusz Złoto, Częstochowa, Poland

All the scientific articles received positive evaluations by independent reviewers

Linguistic consultant: Iliia Nikolenko.

Typeset: Hanna Krasowska-Kołodziej, Robert Kryński, Natalia Stepantsova.

Cover design: Hanna Krasowska-Kołodziej

Commission of Motorization and Energetics in Agriculture

Wielkopolska Str. 62, 20-725 Lublin, Poland

e-mail: eugeniusz.krasowski@up.lublin.pl

ISSN 1730-8658

© Copyright by Commission of Motorization and Energetics in Agriculture

© Copyright by National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine In Kiev

© Copyright by Lviv National Agrarian University in Dublany

© Copyright by Mykolayiv National Agrarian University

© Copyright by National Academy of Nature Protection and Resort Building in Simferopol

© Copyright by University of Engineering and Economics in Rzeszów

Edition 200+16 egz. Ark. Druku

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ГИДРОАГРЕГАТЕ ПИТАНИЯ ГИДРОСИСТЕМ

Павел Андренко, Ольга Панамарева

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»
Адрес: Украина, 61002, Харьков, ул. Фрунзе, 21.

Аннотация. В статье приведена разработанная математическая модель объемного гидроагрегата питания гидросистем, которая учитывает сложные гидромеханические процессы и позволяет провести их исследование, установить влияние на них конструктивных и рабочих параметров.

Ключевые слова: объемный гидроагрегат, резонанс, рабочая жидкость, газосодержание, пульсации.

ВВЕДЕНИЕ

Многokратное переключение органов управления (клапанов, золотников) гидросистем технологических машин вызывают волновые процессы в гидроагрегате питания (ГАП), в длинных каналах и трубопроводах гидросистемы. Эти переключения выступают в качестве источника скачкообразных изменений расхода и давления рабочей жидкости (РЖ). Нестационарные гидромеханические процессы, которые протекают в трубопроводах, каналах и камерах ГАП влияют на точность поддержания расхода и давления РЖ в камерах исполнительного механизма и, как следствие, на качество его функционирования [1, 2, 22]. При проектировании ГАП гидросистемы возникает необходимость определения влияния пульсации давления в гидросистеме на мощность исполнительного механизма технологической машины.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исследование рабочих процессов в ГАП гидросистем на основании разработанной математической модели.

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Волновые и резонансные свойства гидропривода рассмотрены в статье [3]. В этой работе составлена математическая модель ГАП гидросистемы для исследования резонансных явлений в трубопроводах, определены условия их возникновения. Приведены рекомендации для выбора параметров гидропривода, где границей рабочего диапазона частот возникающих в гидроприводе выступала резонансная частота замкнутой гидросистемы, а амплитуда резонансных колебаний давления превышала амплитуду входного сигнала на заранее заданную величину. Однако в ней не рассмотрено влияние волновых процессов на качество функционирования исполнительных механизмов.

В статье [4] при исследовании резонансных явлений в гидросистемах с высокооборотными насо-

сами используются линеаризованные уравнения, составленные для осредненных по сечению потока РЖ квазистационарных профилей местных скоростей. Граничные условия определяются уравнениями, описывающими работу насоса и агрегата (дросселя или гидравлической емкости), записанные для пульсирующих составляющих расхода и давления относительно их постоянных средних значений. В качестве условия возникновения резонанса предлагается рассматривать аналитическую зависимость для определения длины магистрали, при которой он возникает. Отметим, что обычно резонансные характеристики исследуются при переменной частоте колебаний РЖ в трубопроводе. В этой статье, также вопросам влияния волновых процессов на работу исполнительных механизмов не уделено должного внимания.

Детальный анализ методов, используемых при описании нестационарных гидромеханических процессов в ГАП и их элементах, приведены в статьях [5, 6]. В статье [7] исследуются интерференция волн давления в элементах объемных гидроагрегатов, но более детально рассматривается рабочие процессы в интерференционном усилителе пульсаций. В статье [8] исследуются волновые процессы в гидравлическом гасителе пульсаций давления РЖ. Однако в рассматриваемых работах не освещены вопросы влияния волновых процессов на мощность исполнительного механизма технологической машины.

На основании проведенного анализа литературных источников, можно сделать вывод, что методика исследования волновых процессов в элементах объемного гидропривода уделено достаточно внимания. Однако отсутствуют исследования о влиянии нестационарных гидромеханических процессов на мощность исполнительного механизма технологической машины.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В общем случае нестационарное изотермическое течение вязкой РЖ в трубопроводах и камерах ГАП описывается уравнением Навье-Стокса и уравнением неразрывности. В цилиндрической системе координат, с учетом того, что в окружном направлении скорость РЖ

пренебрежительно мала, эти уравнения имеют вид [9, 10]:

$$\left. \begin{aligned} P_x - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + v_t \left[\frac{\partial^2 u_x}{\partial x^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_x}{\partial r} + \frac{\partial^2 u_x}{\partial r^2} \right] &= \frac{\partial u_x}{\partial t} + u_x \frac{\partial u_x}{\partial x} + u_r \frac{\partial u_x}{\partial r} \\ P_r - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} + v_t \left[\frac{\partial^2 u_r}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u_r}{\partial r} + \frac{\partial^2 u_r}{\partial x^2} - \frac{u_r}{r^2} \right] &= \frac{\partial u_r}{\partial t} + u_r \frac{\partial u_r}{\partial r} + u_x \frac{\partial u_r}{\partial x} \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{1}{r} \left[\frac{\partial}{\partial r} (\rho r u_r) + \frac{\partial}{\partial x} (\rho r u_x) \right] = 0, \quad (2)$$

где P_x и P_r – проекции массовой силы, которые приходятся на единицу массы РЖ и имеют размерность ускорения; $u_x = f(x, r, t)$ – скорость РЖ по оси x ; $u_r = f(r, x, t)$ – радиальная скорость РЖ.

При исследованиях течения РЖ в элементах и устройствах ГАП, уравнения (1) и (2) рассматриваются вместе с уравнениями, описывающими состояние РЖ, начальными и граничными условиями. В качестве начальных условий принимают распределение проекций скорости в области течения в начальный момент времени t_0 , а за граничные – значения искомым функций в точках границы во все моменты времени. Также принимается ряд допущений, накладываемых на распределение физических величин, непрерывность функций, существование производных и т.д.

Для упрощения уравнения (1) использовали методику, основанную на сравнении порядков членов уравнения Навье-Стокса [11]. Провели оценку массовой силы по сравнению с членом $\partial u_x / \partial t$, который выражает локальное ускорение. Массовая сила, приходящаяся на единицу массы РЖ, определялась силой веса РЖ (ускорением свободного падения) и присоединенной массой (ускорением движения упругих элементов ГАП), расчет которой проводили из условия равенства кинетической энергии по зависимостям для приведенной массы с работы [12]. Отметим, что такое предположение дает несколько завышенные значения массовой силы, приходящейся на единицу массы РЖ.

Порядок ($\tilde{\Pi}$) массовой силы, которая приходится на единицу массы РЖ, складывается из суммы ускорений свободного падения g , приведенной к элементам ГАП массы РЖ, обусловленной ее пульсацией m_g . Порядок члена уравнения Навье-Стокса, выражающий локальное ускорение $\partial u_x / \partial t - \tilde{\Pi}(\partial u_x / \partial t) = u_x c / L$, где L – характерная длина оси канала или трубопровода (длина распространения волны возбуждения); c – скорость звука в РЖ.

Тогда $\tilde{\Pi}[(g + m_g) : \partial u_x / \partial t] = (g + m_g) L / u_x c$.

Проведенные расчетные исследования показали, что $\tilde{\Pi}[(g + m_g) : \partial u_x / \partial t]$ не превышает

0,102. Таким образом, массовой силой в уравнении (1) можно пренебречь, при этом погрешность расчетов не превысит 0,15%. Заметим, что большинство исследователей [10, 11, 13 – 15] принимает аналогичное допущение.

По методике, приведенной в работе [11], проводили оценку члена уравнения (1) $u_x \partial u_x / \partial x$, который выражает конвективное ускорение, по сравнению с локальным – $\partial u_x / \partial t$.

Проводили оценку порядка членов $\tilde{\Pi}(u_x \partial u_x / \partial x) = u_x^2 / L$, $\tilde{\Pi}(\partial u_x / \partial t) = u_x c / L$; $\tilde{\Pi}(u_x \partial u_x / \partial x : \partial u_x / \partial t) = u_x^2 / L : u_x c / L = u_x / c$. Учитывая то, что основные конструктивные и рабочие параметры ГАП выбираются и рассчитываются аналогично другим гидроаппаратам, в них всегда выполняется условие $u \ll c$. Установлено, что $\tilde{\Pi}(u_x \partial u_x / \partial x : \partial u_x / \partial t) \approx 0,015$, что дает основание пренебречь членом уравнения Навье-Стокса, который выражает конвективное ускорение. Отметим, что при этом погрешность в расчетах не превышает 0,21 %.

Оценку членов учитывающих в уравнении (1) действие вязкости РЖ, проводили по методике из работы [16]. Оценивали порядок членов $\tilde{\Pi}(\partial^2 u_x / \partial x^2) = u / L^2$ и $\tilde{\Pi}(\partial^2 u_x / \partial r^2) = u / r^2$. Расчеты показали, что $\tilde{\Pi}(\partial^2 u_x / \partial r^2)$, как минимум, на два порядка больше чем $\tilde{\Pi}(\partial^2 u_x / \partial x^2)$.

Таким образом, членом $\partial^2 u_x / \partial x^2$ в уравнении (1) можно пренебречь, причем погрешность расчетов не превысит 1,5%.

С учетом того, что u_r мала по сравнению с u_x , проводили осреднение скорости и давления в произвольном сечении канала или трубопровода и далее рассматривали одномерную модель течения РЖ:

Принятые допущения позволили представить уравнение (1) в виде одномерной модели, аналогично как в статье [5]

$$\left. \begin{aligned} \rho \frac{\partial u_{sr}}{\partial t} + \frac{\partial p_{sr}}{\partial x} + F(t) &= 0, \\ \frac{\partial u_{sr}}{\partial x} + \frac{1}{E_{pr}} \frac{\partial p_{sr}}{\partial t} &= 0 \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

где u_{sr} и p_{sr} – осредненные скорости РЖ и давления, в произвольном сечении канала или трубопровода.

$$F(t) = \frac{8v_t \rho u_{sr}}{r_0^2} + \frac{4v_t \rho}{r_0^2} \int_0^t \frac{\partial u_{sr}(t_1)}{\partial t} W^*(t-t_1) dt_1 -$$

падение давления на единицу длины трубопровода [17, 18]; $W^*(t-t_1)$ – весовая функция, которая учитывает изменение скорости в предыдущие моменты времени; r_0 – радиус трубопровода; E_{pr} – приведенный модуль упругости РЖ, который рассчитывается с учетом газосодержания и толщины стенки трубопровода (канала) по зависимости из работы [19].

При математическом описании волновых процессов в трубопроводах ГАП использовали метод на основе сосредоточенных параметров. Правомерность такого подхода доказана в работе [17].

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГАП ГИДРОСИСТЕМ

Исследование волновых процессов в ГАП, схема которого приведена на рис. 1, проводили по математической модели в сосредоточенных параметрах по Т и Г-образным схемам, с учетом выше приведенных допущений. Она состоит из следующих уравнений

– движения РЖ в канале 1:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d q_1(t)}{d t} &= \frac{1}{L_1(t)} [p_1(t) - p_2(t)] - \frac{R_1(t)}{L_1(t)} q_1(t), \\ \frac{d p_2(t)}{d t} &= \frac{1}{C_1} q_{11}(t) = \frac{1}{C_1} [q_1(t) - q_{12}(t)], \\ \frac{d q_{12}(t)}{d t} &= \frac{1}{L_1(t)} [p_2(t) - p_3(t)] - \frac{R_1(t)}{L_1(t)} q_{12}(t) \end{aligned} \right\}; \quad (4)$$

– давления в камере 2 с объемом V_0 :

$$\frac{d p_0(t)}{d t} = [q_{12}(t) - q_3(t)] \frac{E_{pr}}{V_0(t)}, \quad (5)$$

где $V_0(t)$ – объем камеры;

– движения РЖ в канале 3:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d q_0(t)}{d t} &= \frac{1}{L_3(t)} [p_0(t) - p_3(t)] - \frac{R_3(t)}{L_3(t)} q_0(t), \\ \frac{d p_3(t)}{d t} &= \frac{1}{C_3} q_{31}(t) = \frac{1}{C_3} [q_0(t) - q_{32}(t)], \\ \frac{d q_{32}(t)}{d t} &= \frac{1}{L_3(t)} [p_3(t) - p_4(t)] - \frac{R_3(t)}{L_3(t)} q_{32}(t) \end{aligned} \right\}; \quad (6)$$

– расхода в гидроцилиндре

$$q_p(t) = A_p \dot{y} + \frac{V_p + A_p y}{E_{pr}(t)} \frac{d p_4(t)}{d t}, \quad (7)$$

$$q_{sh}(t) = A_{sh} \dot{y} - \frac{V_{sh} - A_{sh} y}{E_{pr}(t)} \frac{d p_5(t)}{d t}, \quad (8)$$

где V_p, V_{sh} – объемы гидроцилиндра со стороны поршневой и штоковой полостей; A_p, A_{sh} – площади поршня и штока гидроцилиндра; y – перемещение штока гидроцилиндра.

– движения штока гидроцилиндра:

$$m \ddot{y} = A_p p_4(t) - A_{sh} p_5(t) - P_{t0} \delta(y) - P_{tk} \text{sign}(\dot{y}) - k_w \dot{y} - F_n(t), \quad (9)$$

где m – масса поршня и связанных с ним частей; P_{t0} и P_{tk} – соответственно сила трения покоя и ее динамическая составляющая, которые рассчитываются по зависимостям из статьи [6]; k_w – коэффициент кинематического трения; F_n – нагрузка на штоке гидроцилиндра.

Уравнения (4) – (9) дополняли ограничениями:

$$p_i(t) \geq p_{par}, \quad (10)$$

где p_{par} – давление насыщенных паров, МПа.

Мощность в поршневой полости гидроцилиндра определяется по формуле:

$$P_p(t) = q_p(t) p_4(t) \quad (11)$$

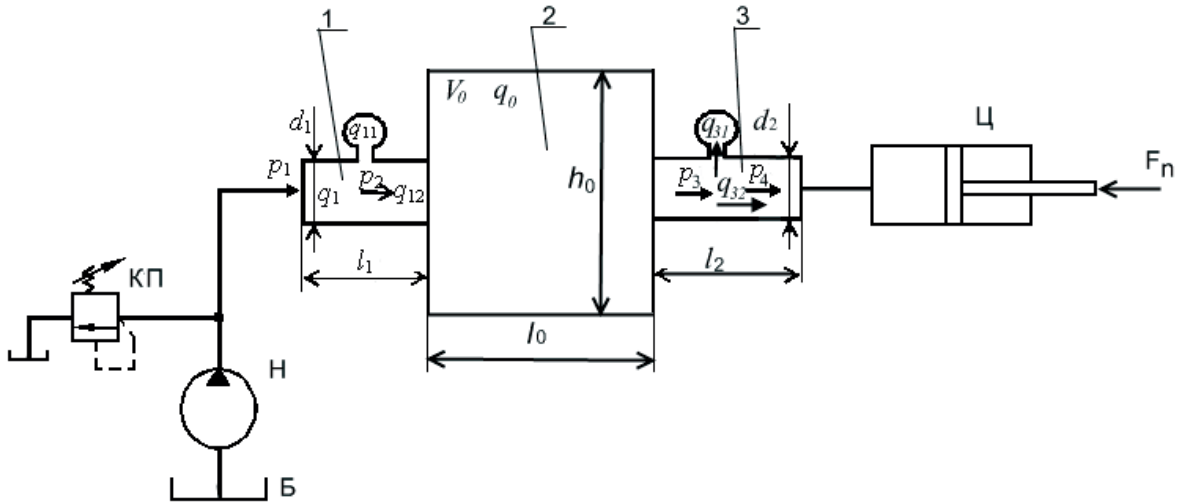


Рис. 1 Расчетная схема ГАП: Н – насос; Б – бак; КП – клапан предохранительный; Ц – гидроцилиндр; 1,3 – трубопроводы с ответвлениями; 2 – камера с объемом V_0

Fig. 1 The calculation scheme of hydraulic power unit: Н – pump; Б – tank; КЗ – safety valve; Ц – hydraulic cylinder; 1, 3 – pipeline with a branch; 2 – chamber with a volume V_0

Плотность РЖ с учетом газосодержания рассчитывали по зависимости [20]

$$\rho(t) = \rho_{п0} [1 - z(t)] \cdot \left[1 + \frac{p_{sr}(t) - p_0}{E_{pr}(t)} \right] + \rho_{g0} z(t) \frac{p_{sr}(t)}{p_0}, \quad (12)$$

где $z(t)$ – доля объема жидкостно-газовой смеси (среды) занятой газом, рассчитанная по формуле

$$z(t) = \frac{V_r^*(t)}{V_p + V_r^*(t)}; \quad p_{sr}(t) - \text{среднее значение давления РЖ за переход работы ГАП технологической машины, рассчитывалось по формуле}$$

$p_{sr} = \frac{\int_{t_{i1}}^{t_{i2}} p(t) dt}{t_i}$, где $p(t)$ – давление РЖ в ГАП, МПа; t_i – длительность i -го перехода цикла, с; t_{i1} и t_{i2} – время начала и окончания i -го перехода цикла, с.

В уравнениях математической модели ГАП использовали понятия аналогии электродинамических и гидродинамических процессов. В состав уравнений (4) – (6), в качестве индуктивного сопротивления 1-го и 3-го трубопровода выступает величина $L_{1(3)}(t) = \rho_{1(3)}(t) l_{1(3)} / 2A_{1(3)}$. В качестве активного сопротивления 1-го и 3-го трубопроводов выс-

тупает величина $R_{1(3)}(t) = \frac{8\nu_i \rho_{1(3)}(t) l_{1(3)}}{2A_{1(3)} r_{1(3)}^2}$. Величи-

на $C_i = A_i l_i / E_{pr}$ – роль емкости i -го трубопровода. Кроме того, обозначено: r_i – радиус сечения i -го трубопровода; A_i – площадь i -го трубопровода, соответственно.

При математическом описании рабочих процессов в ГАП, температуру РЖ принимали постоянной и равной $T = 35^\circ \text{C}$.

Исследование рабочих процессов проводили для ГАП подъемного механизма, рис. 2. Циклограмма работы подъемного механизма, рис. 3, состоит из трех переходов: подъем груза продолжительностью $t_1 = 6$ с; выдержки в течение $t_2 = 4$ с и опускания $t_3 = 3$ с, табл. 1. Насос системы имеет следующие параметры: номинальный расход $q_n = 18 \text{ л/хв}$ и давление $p_n = 12 \text{ МПа}$.

В соответствии с разработанной математической модели ГАП в среде Mathcad была составлена программа, которая позволила провести исследование его рабочих параметров. По разработанной математической модели ГАП в сосредоточенных параметрах исследовалось влияние газосодержание в РЖ, частота колебаний РЖ, объем камеры V_0 на выходные значения расхода, давления РЖ в ГАП и мощность в поршневой полости гидроцилиндра. Наиболее типичные результаты исследований нестационарных процессов в ГАП приведены на рис. 4 и в

табл. 1. Для оценки полученных значений расхода, давления РЖ и мощности ГАП использовали относительную интегральную оценку

$$J_P = \frac{\int_0^{t_p} |P_7(t) - P_3(t)dt|}{\int_0^{t_p} P_7(t)} 100\%, \quad (13)$$

где, например, $P_3(t)$ и $P_7(t)$ – мощность ГАП, рассчитанная при 3% и 7% газосодержании в РЖ; t_p – время переходного процесса.

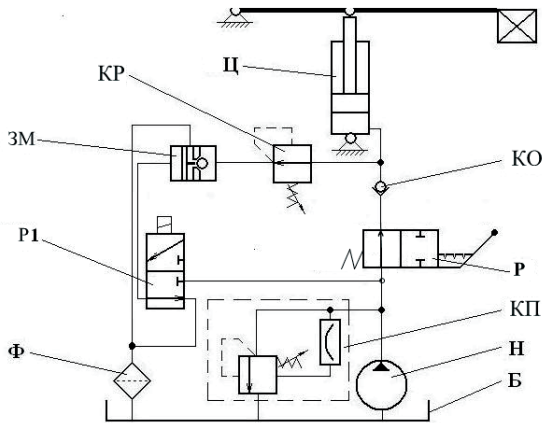


Рис. 2 Гидравлическая схема подъемного механизма: Н – насос; КП – клапан предохранительный с осцилляцией; КО – клапан обратный; Р, Р1 – гидрораспределители; КР – клапан редуцирующий; ЗМ – гидрозамок; Ц – гидроцилиндр; Ф – фильтр; Б – бак

Fig 2. The hydraulic circuit of lifting mechanism: Н – pump; КП – safety valve; КО – check valve; Р, Р1 – valves; РК – pressure reducing valve; ЗМ – pilot controlled check valve; Ц – hydraulic cylinder; Ф – filter; Б – tank

На колебания мощности в поршневой полости гидроцилиндра значительно влияет газосодержание и частота колебаний. При больших значениях газосодержание и частоты колебаний в работе исполнительных органов могут возникнуть рывки. Конструктивное исполнение трубопроводов (их объем) практически не влияет на рабочие характеристики ГАП.

ВЫВОДЫ

Получена математическая модель ГАП в сосредоточенных параметрах позволяющая исследовать стационарные и переходные процессы в нем.

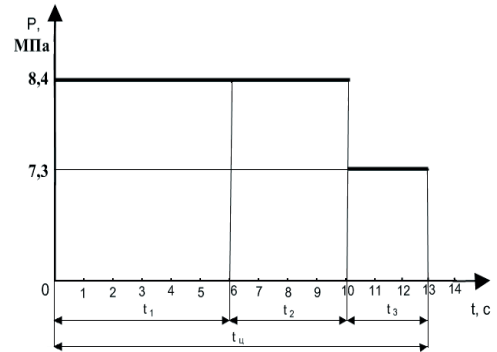
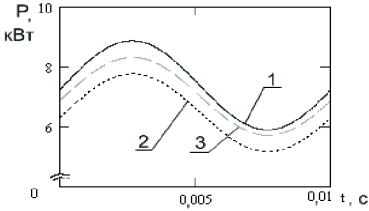
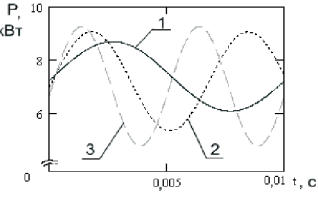
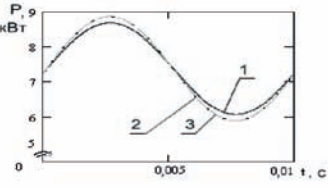
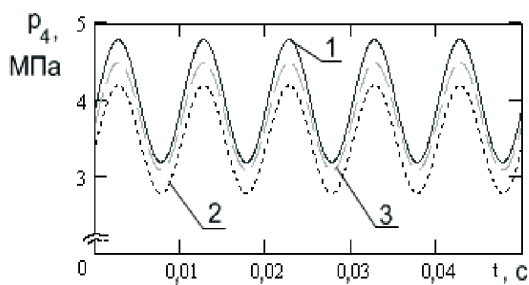


Рис. 3 Циклограмма работы подъемного механизма
Fig 3. The Cyclogram of the lifting mechanism

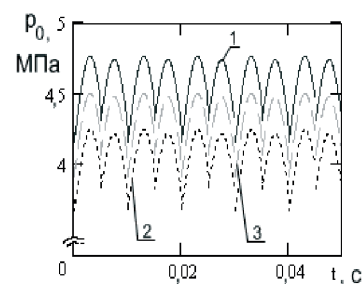
С использованием составленной математической модели ГАП исследовано влияние газосодержания, частоты колебаний РЖ и объема камеры на величину расхода, давления РЖ в нем и мощности в поршневой полости гидроцилиндра. Установлено, что на колебания мощности в поршневой полости гидроцилиндра значительно влияет газосодержание и частота колебаний давления (расхода), а при больших значениях колебаний в работе исполнительных органов технологической машины появляется неравномерность перемещения и могут возникнуть рывки.

Таблица 1 – Результаты исследований
Table 1 - Results of researches

Параметр влияния	Исследуемый параметр (мощность ГАП)	Интегральная оценка, %		
		Мощность	Давление	Расход
Газосодержание в РЖ	 <p>1 – мощность при газосодержании 3%; 2 – мощность при газосодержании 5%; 3 – мощность при газосодержании 7%;</p>	$J_P = 5,3$	$J_p = 22$	$J_q = 0,3$
Частота колебаний давления	 <p>1 – мощность при частоте колебаний $f = 100\text{Гц}$; 2 – мощность при частоте колебаний $f = 150\text{Гц}$; 3 – мощность при частоте колебаний $f = 200\text{Гц}$.</p>	$J_P = 5,2$	$J_p = 18$	$J_q = 0,14$
Объем камеры V_0	 <p>1 – мощность при объеме камеры $V_0 = 10\text{см}^3$; 2 – мощность при объеме камеры $V_0 = 20\text{см}^3$; 3 – мощность при объеме камеры $V_0 = 30\text{см}^3$.</p>	$J_P = 0,7$	$J_p = 16$	$J_q = 0,07$



а)



б)

Рис. 4. Влияние газосодержания в РЖ на: а) давление p_0 в камере V_0 ГАП; б) давление p_4 в поршневой полости гидродвигателя: 1 – мощность при газосодержании 3%; 2 – мощность при газосодержании 5%; 3 – мощность при газосодержании 7%

Fig 4. Impact gas content in the working fluid: а) pressure p_0 in camera V_0 of hydraulic power unit; б) pressure p_4 in the hydraulic cylinder's piston cavity: 1 – pressure at gas content in the working fluid 3%, 2 – pressure at gas content in the working fluid 5%, 3 – pressure at gas content in the working fluid 7%

ЛИТЕРАТУРА

1. Темнов В., 1981.: Волновые процессы в гидросистемах. – Челябинск: ЧПИ. – 81.
2. Коробочкин Б., 1976.: Динамика гидравлических систем станков. – М.: Машиностроение. – 240.
3. Зарс В., Фридман М., 1979.: О резонансных свойствах дроссельного следящего гидропривода// Пневматика и гидравлика. Приводы и системы управления. Сб. статей. – М.: Машиностроение. – Вып. 7, 102 – 110.
4. Колисниченко К., 1970.: Резонансные явления в системах с высокооборотными насосами// Гидропривод и гидропневмоавтоматика. – Вып. 6, 115 – 123.
5. Лурье З., Складневский А., Татьков В., 2005.: Волновые процессы в объемных гидроагрегатах и анализ методов их математического описания // Вісник НТУ “ХПІ”. – № 28, 105 – 116.
6. Андренко П., Гречка І., 2005.: Побудова математичної моделі нового гідравлічного вібраційного контура// Вісник СумДУ. – № 12(84), 78 – 86.
7. Андренко П., Григорьев А., Лурье З., Складневский А., 2008.: Интерференция волн давления в элементах объемных гидроагрегатов// Восточно-европейский журнал передовых технологий. – № 6/5 (36), 35 – 47.
8. Андренко П., Свиначенко М., 2009.: Математическая модель гидравлического гасителя пульсаций давления с автоматической подстройкой параметров // MOTROL. – №11В, 42 – 49.
9. Емцев Б., 1987.: Техническая гидромеханика. – М.: Машиностроение. – 440.
10. Попов Д., 1982.: Нестационарные гидромеханические процессы. – М.: Машиностроение. – 240.
11. Stepanov A., 2008.: The generalisation of Lyapunov second method with use of interval function// MOTROL. - №10А, 131 – 139.
12. Лямаев Б., Небольский Г., Нелюбов В., 1978.: Стационарные и переходные процессы в сложных гидросистемах. Методы расчета на ЭВМ. – Л.: Машиностроение. – 192.
13. Навроцкий К., 1991.: Теория и проектирование гидро- и пневмоприводов: [учебник для вузов]. – М.: Машиностроение. – 384.
14. Гликман Б., 1986.: Математические модели пневмогидравлических систем. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-техн. лит. – 368.
15. Чарный И., 1951.: Неустановившееся движение реальной жидкости в трубах. – М. – Л.: Гос. из-во технико-теоретич. лит. – 223.
16. Седов Л., 1973.: Механика сплошной среды. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-техн. лит. – Т. 1. – 536.
17. Попов Д., 1987.: Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем: [учебник для вузов]. – М.: Машиностроение. – 464.
18. Автоматизированное проектирование машиностроительного гидропривода., 1988.: [И. И. Бажин, Ю.Г. Беренгард, М.М. Гайцгори и др.]. – М.: Машиностроение. – 312.
19. Трихка Л., 1975.: Эффективный метод моделирования зависящих от частоты силы трения в неустановившемся потоке жидкости// Теоретические основы инженерных расчетов. – № 1, 207 – 214.
20. Данилов Ю., Кирилловский Ю., Колпаков Ю., 1990.: Аппаратура объемных гидроприводов: Рабочие процессы и характеристики. – М.: Машиностроение. – 272.
21. Андренко П., Панамарьова О., 2011.: Визначення параметрів робочої рідини в процесі функціонування об'ємного гідроагрегата// Промислова гідравліка і пневматика. – №1(31), 99 – 102.
22. Рыжаков А., Николенко И., 2009. Переходные процессы в гидроприводе с дискретным машинным регулированием// MOTROL. - №11В, 52 – 61.

INVESTIGATION OF WAVE PROCESSES IN HYDRAULIC POWER UNIT OF HYDROSYSTEMS

Summary. The article contains mathematical model of hydraulic power unit of hydrosystems, which takes into account the complex hydrodynamic processes and allows them to conduct research to establish the impact of these constructive and operating parameters.

Key words: hydraulic power unit, resonance, the working fluid, gas content, pulsation.

NEW POSSIBILITIES FOR IMPROVING RELIABILITY OF HYDRAULIC EQUIPMENT WITH THE HELP OF HYDRODYNAMIC CLEANING

Zelman Finkelstein*, Zinon Vasylechko**, Majid Asadi***

*Donbass State Technical University (Ukraine)

**(Poland)

***(Iran)

Address: Ukraine, 94204, Alchevsk, Lenin b., 16, Lugansk ar.,

Summary. The results of studies applying the method of hydrodynamic separation of the two-phase fluids and industrial filtering polluted water, particularly in industries such as mining, metallurgy, agriculture and others that can reduce water consumption, improve the durability of the equipment, improve the environment and reduce the cost of separation of solid impurities. Method proved useful, because it requires no maintenance and supervision, and change the filter elements, or cleaning them, there are no moving parts, does not require external power supply. The article is devoted a number of innovative technical solutions, some of which have already been considered and tested in industry.

Key words: hydrodynamic cleaning, filters, recycling, fine purification in the suction line.

INTRODUCTION

Filtration plays an important role not only in obtaining high-quality liquid, but also in increasing longevity of hydraulic systems. Proved that if we increase the fineness of purification of N times, the durability of devices is increasing in N^3 times. For example, if the size of particles passing the liquid through a hydraulic machine, dropped twice, the life of its increased 8-fold [1, 2].

There is an entire industry to create devices for purifying liquids: hundreds of companies worldwide producing mechanical filters (delaying the particle baffles), magnetic filters, electrostatic filters, hydrocyclones, centrifuges, clarifiers, etc [8, 13].

Each of these devices, along with the merits of a number of significant disadvantages: mechanical filters and hydrocyclones takes a large pressure difference to overcome the hydraulic resistance, centrifuges require a sufficiently large electric power, magnetic filters trap basically only ferromagnetic particles, electrostatic filters have high demands for quality fluid and require a high voltage, septic tanks require large areas and long periods of time.

THE STATEMENT OF THE PROBLEM

These shortcomings do not allow for fine cleaning fluid in the first place for the dynamic (centrifugal) pumps. These pumps in the suction line should ideally be a depression less than 1 bar. But considering the energy expended in frictional resistance of the liquid, to ensure the speed, to lift the fluid, in practice the maximum vacuum does not exceed 0.65-0.75 bar. In addition, it should be noted that the pressure in the system can not be lower vapor pressure, because In this case,

the liquid boils, there will be cavitation and liquid supply pump stops.

The same can be said about the bulk hydromachines. For example, at the entrance to the gear pump, which makes 2000 rpm, discharge is only 0.25 bar, which in practice does not allow the liquid to raise even one meter.

It is clear that the installation of fine filters, requiring the pressure drop in the network, equal to 2 bars, quite impossible. Therefore, the filters are installed in the suction lines (reception filter), only protect the system from the remnants of paint, lint and large particles of dirt. For example, if sufficiently prolonged operation of the hydraulic machine to hold all the particles larger than 25 microns, the reception filter passes particles up to 300 microns. As a result, in the presence of abrasive contaminants life more expensive centrifugal pump is reduced to 1.5 years instead of 12-15 years, as provided for technical documentation.

As a rule, fine filters are installed in the discharge line after the pump to protect the hydraulic and other waterworks, and the pumps are still unprotected and so are most alert and at the same time the most expensive element gidromashinostroeniya.

Thus, the idea of installing filtering devices on the suction pump (to pump), not requiring to the same summing them foreign sources of energy is a global society and can bring huge savings and significant improvement of ecological condition.

Traditional mechanical filters (delaying the particles with porous walls) are widely used in engineering, but they are inherent high differential pressure, lack of subtlety treatment, the need for periodic replacement or regeneration. Obligatory element of them is a bypass valve which, with the filter pollution and the growth differential pressure line connects the contami-

nated fluid with a line of pure fluid, bypassing the filter elements.

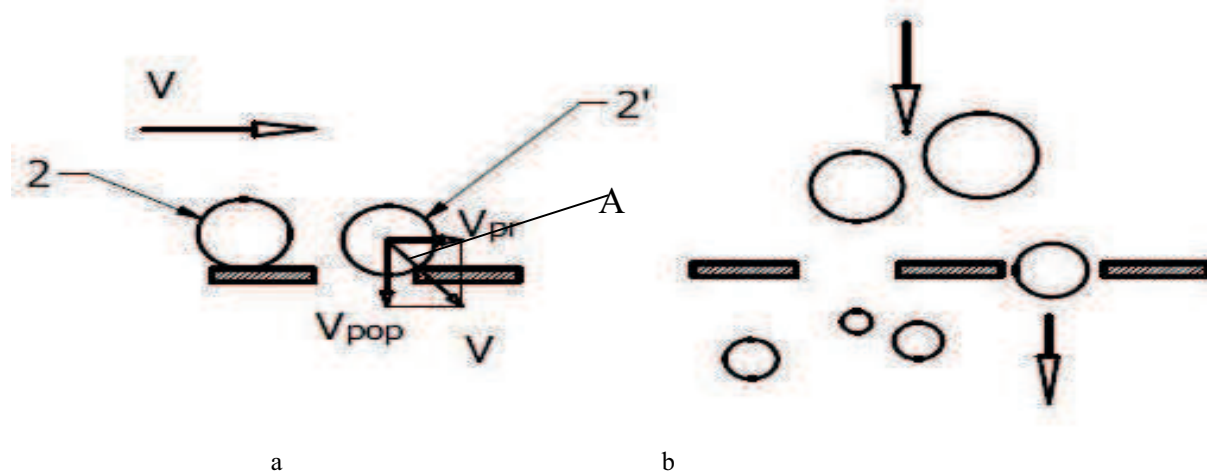


Fig. 1. Schematic Diagram of particles hydrodynamic Separation

Studies have shown that most of the time the valve opened, bypassing the liquid. Thus, from a practical point of view to judge the subtleties of filtering characteristics of the filter properly. The system is polluted considerably stronger than it might appear [2].

In the 70 years of the last century in the Donbass State Technical University in Ukraine have been proposed, theoretically grounded and are now widely available so-called hydrodynamic filters.

In essence this is a fundamentally new principle of separation of two-phase liquids into fractions, ie method of separation. There are many technical realization of this principle [3, 4].

The essence of the hydrodynamic filtering is shown in Fig. 1. When passing through a porous barrier conventional filters provide out of the liquid particles, large hole in the septum, and the smaller will be held together with liquid (a). Detainees particles will close the pores, increasing the pressure drop across the septum, while the latter did not reach the limit, and will not open the bypass valve.

If you make the longitudinal motion of particle 2 along the porous surface, it will participate in two motions: a rate V_{PR} and transverse speed V_{pop} . The resulting vector of the velocity V can pass above or below point A (in Fig. 1b shows the particle 2 in the early subsidence at the time (the hole) and at the end (2')). In the first case the particles do not pass through the porous membrane, the second - will be held.

It is clear that the higher the ratio of V_{PR} / V_{pop} , especially fine particles will linger partition. Furthermore, even large particles can not close the hole in a perforated septum and, therefore, take into account the pressure drop.

RESULTS AND DISCUSSION

Schematic design of hydrodynamic filter is shown in Fig. 2. Unfiltered liquid pump 1 through line 2 comes into the filter housing, partially cleaned filter element 3 and goes to tons of pipeline 4. A smaller part of the stream, which flows into the cavity between the housing and filter element provides a longitudinal movement of pollutant particles and after the throttle 5, resets the pipeline 6 in the bath.

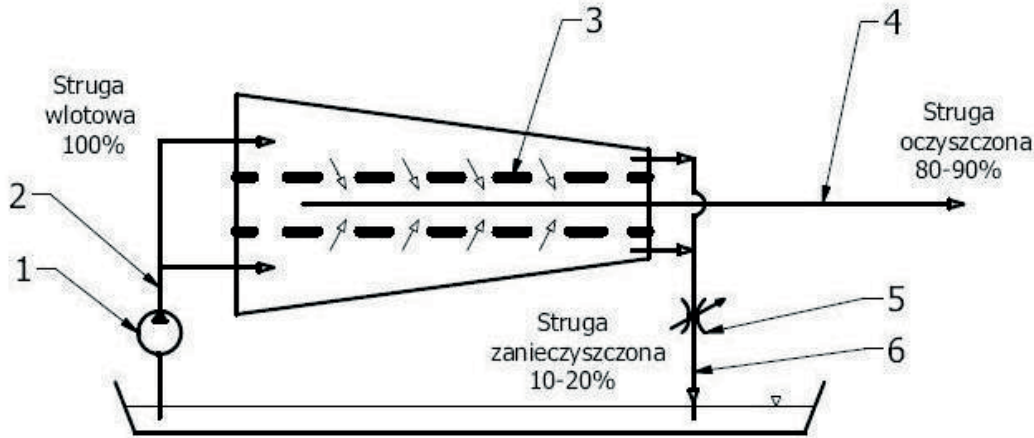


Fig. 2. The schematic diagram of hydrodynamic filter

Cavity between the shell and a conical filter element is performed to maintain the longitudinal velocity of particles as purification of the stream. Adjusting the throttle 5, you can change the fineness of purification, increasing or decreasing the longitudinal velocity.

There are other design schemes, where the contaminated liquid from the pump goes into the cylinder, and refined - comes from without.

Presented in Figure 2 scheme was first implemented in 1971 in a coal power processor, which allowed a 30% increase of their reliability. In 2000, a Polish company Hert estimated DonSTU developed plant dust control of coal dust by wetting of tiny drops. These plants have successfully worked in the mines Sofiyivka and Myslowice [5]. Fig. Figure 3 shows a hydraulic circuit and the general form of the filter FHN -150.

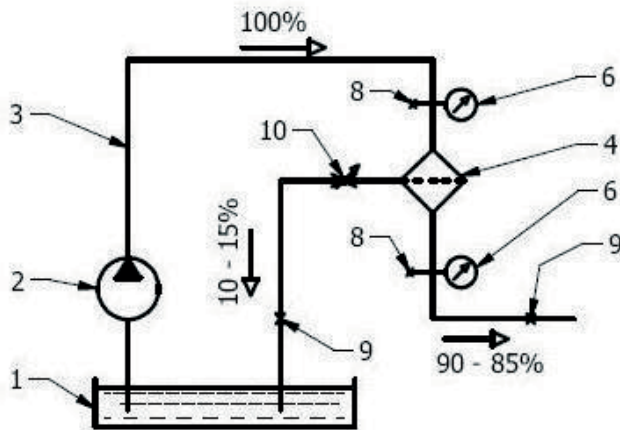
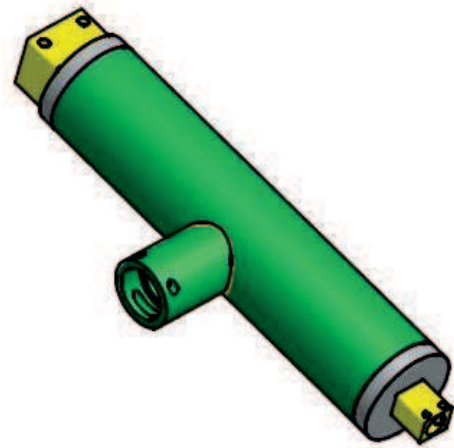


Fig. 3. The schematic Diagram of hydrodynamic, fluid filtration (graphic: FHN-150 filter)



Research of Dr. Moland showed that the filter fully satisfies the requirements of the coal industry, not missing a dirt particles greater than 50 mm, running continuously for a year without replacement, cleaning and maintenance. Dropped 10% of the flow is directed to cool the motor.

Since 2005, in collaboration with the company DonSTU Hert has developed a self-cleaning filter that did not require a reset of the flow of the system, which expanded the scope of its application. The filter has

passed the certification of the head of the Mining Institute and is recommended for use in coal mines for water supplied to the dust control.

Figure 4 shows a general view and the hydraulic circuit of the filter [8, 9].

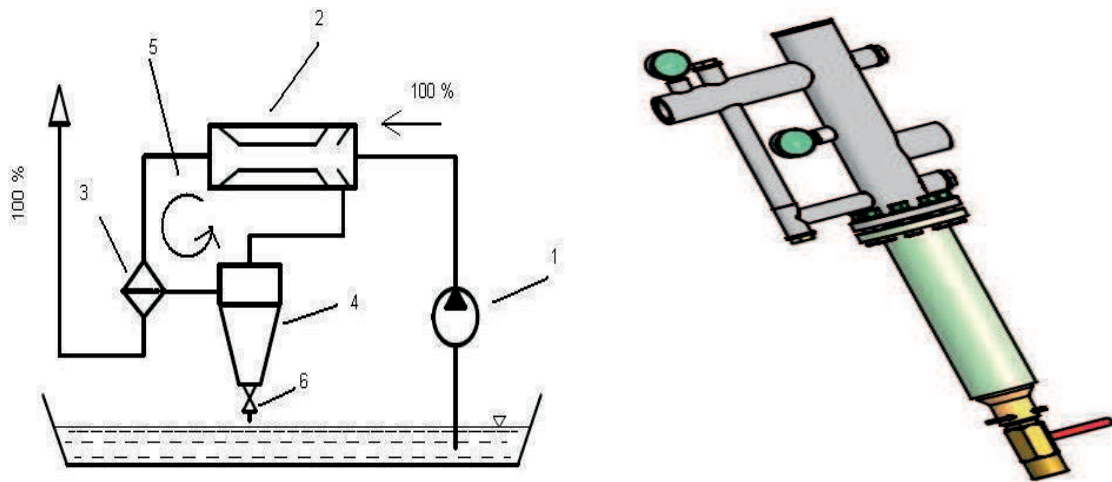


Fig. 4. Hydrodynamic filter with closed circuit (graphic: FHN-150A filter)

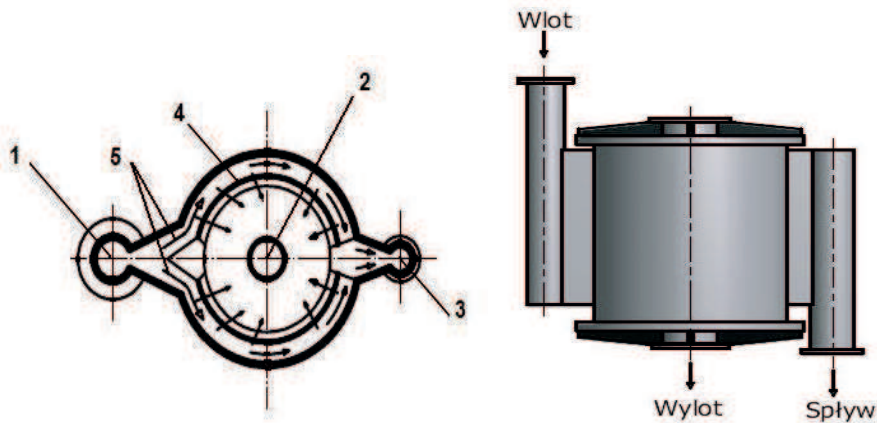


Fig. 5. The schematic diagram of the circular, hydrodynamic filter (graphic: OWHD 2000 filter)

Water is pumped a fire or a pipeline 1. It then passes through the injector 2 and hydrodynamic filter 3. Reset hydrodynamic filter enters the cyclone 4, where the separated fluid flows back through the injector to the fine cleaning and contaminated the hydrocyclone is going in the hopper 4 and periodically removed through a valve 6.

The contaminated liquid is fed through conduit 1, which is divided into 2 streams around the drum 5, 4-coated wire mesh, creating a centrifugal force, reducing pressure drop during cleaning liquid drum 4. Part of the liquid (10%) together with the contaminants discharged through the filter outlet 3 and the purified fluid through the filter inlet 2.

From our point of view, the best solution would be installing filters at a hydrodynamic injection line, ie after the pump and suction line, ie to the pump.

For fine purification of large amounts of fluid (up to $10\,000\text{ m}^3/\text{h}$) was designed filter, the general form of which is shown in Figure 5. This filter is designed for sprinkler systems in agriculture, for water supplied to the centrifugal pump, but especially found great use in the metallurgical industry.

Such a decision would protect the pump from abrasive particles, increasing its reliability in several times. Since the hydrodynamic filters work with any pre-pollution, self-cleaning, require no maintenance and ensure the highest fineness cleaning, installing them in the suction line makes centrifugal pumps almost forever. Moreover, there will be no need for cleaning fluid after the filter (sand traps, etc.), because contaminants remain at the point of liquid intake.

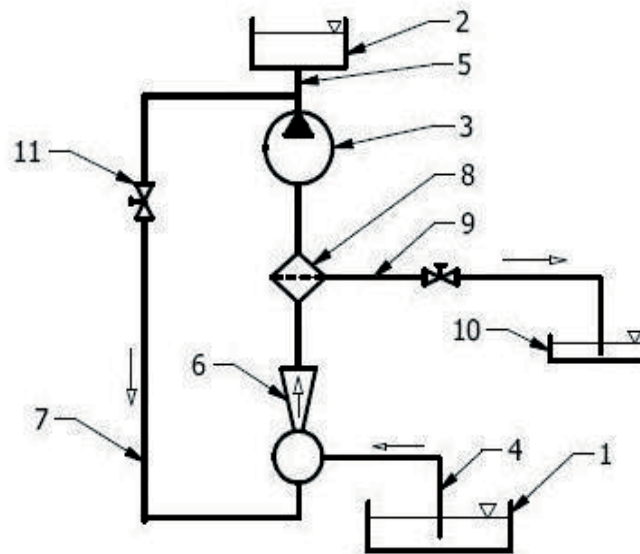


Fig. 6. The schematic diagram of liquid filtration at the pump sucking point

Earlier implementation of such a system was impossible due to the fact that the discharge at the inlet to the pump was not enough to overcome the resistance of filters (it is usually more than 0.2 MPa). Hydrodynamic resistance of the same fine filters even on the largest capacity is 0.02 MPa, and this allows us to apply them in practice.

Fig. 6 shows the basic hydraulic circuit in which the filter is installed before the pump [11]. The solution is based on the principle of the liquid recirculation. Pump 3 from the container 1 liquid is supplied to the consumer 2, forming a negative pressure in the pipe 4 and the high pressure in the pipe 5. Part of the liquid from the pipe line 5 to 7 is sent to the jet pump 6, which increases the pressure in the line of the fluid on the fine filter 8, increasing the anti-cavitation properties of the pump 3 and compensating for pressure loss in the filter 8. Part of the liquid with contaminants discharged from the filter 8 and 9 in the capacity of the pipeline 10. Valves 11 and 12 are regulated depending on the flow parameters in pipes 7 and 9 to optimize the whole.

CONCLUSION

Created as a result of work of Ukrainian and Polish scientists hydrodynamic cleaning allowed to make a fundamentally new approach to the problem of cleaning fluid and the first to show the feasibility of fine cleaning fluid in the suction line, the most protecting all hydraulic components from wear.

Despite all the advantages of the above-described system, it is necessary for its implementation to evaluate the feasibility of energy losses. Tests have shown that, in connection with recycling (supply of fluid from the discharge line into the suction line), pump efficiency is reduced by 20%. We believe that in most cases, this energy loss is acceptable because it is offset by the obvious advantages of the system and, moreover, such a reduction in efficiency corresponds to his downfall after a relatively short operation associated with the wear of the pump. Recently, in order to reduce energy loss company J. T. S. (The successor firm Hert, Katowice, Poland) and the University DonSTU (Alchevsk, Ukraine) have made significant improvements in the systems described that allowed to refuse relief of fluid required for cleaning the bowl 10. Now reset only particles of dirt, while maintaining self-cleaning. Thus was the full-flow filtration. At the booths JTS . pass debug mode.

REFERENCES

1. Paszczenko W., 1979.: Kryteria metody oceny resursu stacji Pomp. // Biuletyn budowy Maszyn. - № 3, 19 - 22.
2. Conference oil contamination in fluid systems, 1976.: - Bath E. - London- New York. - 144.
3. Finkelsztejn Z., Chadzykow R., Czetwierikow A., 1974.: Elementy filtra do mechanizmu posuwu kombajnu.// Maszyny Górnicze I Automatyka. - №9, 9 - 10.

4. Finkelshteyn Z., 1974.: Obliczanie filtrów hydrodynamicznych// Urządzenia Pneumatyczne I Hydraulika. - №9, 9-10.

5. Molenda R., 2002.: Filtr - ważne ogniwo instalacji zraszającej w aspekcie środowiska ochrony pracy// Bezpieczeństwo Pracy I Ochrona Środowiska w Górnictwie. - № 6, 17 - 22.

6. Patent PL №196271, 2008: Filtr/ Wasylęczko Z., Katowice, PL i Bojko N., Ałczewsk, UA.

7. Opinia techniczna GIG № AT-109/2000.

8. Husak O., Yevtushenko A., Panchenko V., Fedotova N., 2009.: Design of the essentially type of axial pump// MOTROL. - №11A, 11 – 19.

9. Patent PL №206621, 2010.: Filtr /Wasylęczko Z., Katowice, PL i Finkelshteyn Z., Ałczewsk, UA.

10. Patent PL №206608, 2010.: Filtr /Zelman Finkelshteyn Z., Ałczewsk, UA i Wasylęczko Z., Katowice, PL.

11. Patent UA № 48329, 2006.: Wzór użytkowy /Bojko N., Ałczewsk, UA, Zelman Finkelshteyn Z., Ałczewsk, UA and oth.

12. Bojko N., Finkelstein Z., Yamkovaya M., 2008. Filter for cleaning with running magnetic field// MOTROL. - №10A, 31 – 36.

13. Валкина Е., Вернези С., Николенко И., Богущкий П., 2010. Использование методов водочистки в новейших энергосберегающих технологиях// MOTROL. - №12С, 114 – 120.

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ГИДРОБОРУДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

Аннотация. Приведены результаты анализа, применения метода гидродинамической фильтрации для очистки загрязненных жидкостей в промышленном водоснабжении, особенно в горной промышленности, металлургии, сельском хозяйстве, что обеспечит снижение водопотребления. Преимуществом метода является, отсутствие необходимости технического обслуживания фильтроэлемента, в виду его самоочистки, а также отсутствие подвижных частей и необходимости внешнего электропитания. Статья посвящена ряду инновационных технических решений, некоторые из которого уже были рассмотрены и проверены в промышленности.

Ключевые слова: гидродинамическая очистка, фильтр, восстановление, линия всасывания.

ОБОСНОВАНИЕ И МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ САМОНАТЯЖНОЙ РЕВЕРСИВНОЙ КЛИНОРЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ

Александр Морозов*, Николай Хабрат**, Эрвин Умеров**

*Национальная академия природоохранного и курортного строительства

**Крымский инженерно-педагогический университет

Адрес: Украина, 95493, г. Симферополь, ул. Киевская, 181. e-mail: www.napks.edu.ua

Аннотация. Приведено описание конструкции; работа и методика по определению основных параметров, и расчет самонатяжных ременных передач.

Ключевые слова: ременная передача, самонатяжная передача, автоматическое натяжение ремней, ременная передача с натяжным роликом.

ВВЕДЕНИЕ

В приводах различного рода машин различных производств и главным образом в сельскохозяйственных широком применении получили клиноременные передачи благодаря их простоте конструктивного исполнения, эксплуатации, возможности передавать мощности на значительные расстояния и многие другие ее положительные свойства [2, 7]. К недостаткам этой передачи следует отнести в первую очередь нестабильность первоначально созданного натяжения ремню вследствие его удлинения в процессе эксплуатации [5].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Имеющаяся у эксплуатационников тенденция к созданию повышенного начального натяже-

ния с целью повышения надежности привода, приводит к снижению долговечности как самого ремня, так и подшипниковых опор, усталостной прочности валов и др.

Установлено, что при бесконтрольной установке начального натяжения приводным ремням в условиях эксплуатации превышает 20% номинального [10]. Известно также, что увеличение суммарных напряжений в ремне всего лишь на 4% снижает их долговечность от 26 до 56% в зависимости от их конструктивного исполнения [9].

На рис.1 приведены графические распределения натяжений и кривые скольжения для двухшквивной передачи с жестким закреплением осей шкивов, автоматическом натяжении ведомой ветви с помощью натяжного ролика и самонатяжной передачи [4].

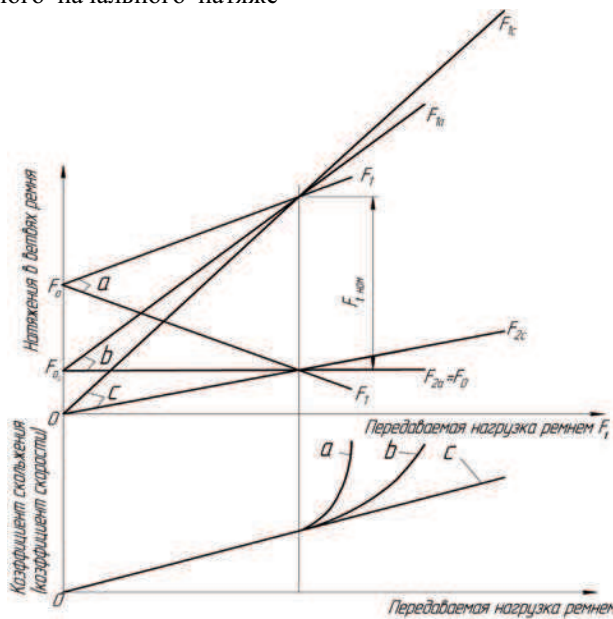


Рис.1. Графические отображения изменений натяжений при различных способах создания натяжений ремня: а – передача с жестким закреплением осей, в – передача с автоматическим созданием натяжения, с – передача с самонатяжением.

Fig.1. Graphic reflections of changes of pulls of strap: a- is a transmission with the hard fixing of axes, b - is a transmission with automatic creation of pull, with is a transmission with a selfpull.

Из анализа распределений натяжений в ветвях этих трех видов передач и их кривых скольжения следует, что при правильно выбранных параметрах этих передач при передаче ими одной и той же номинальной мощности у всех различных передач величины натяжений в ветвях и скольжения имеют одну и ту же величину [3, 4].

В случае же постепенного увеличения передаваемой нагрузки более номинальной, интенсивность скольжения (потери скорости) резко увеличивается у передачи с жестким закреплением осей шкивов. Менее интенсивно при автоматическом создании и поддержании натяжения в ведомой ветви (автоматическом натяжении).

У самонатяжной же передачи натяжение в ведомой ветви создается автоматически за счет использования реактивного момента, воздействующего на статор приводного электродвигателя, и таким каково оно необходимо (в зависимости от передаваемой мощности). Однако отметим при этом, что такой режим работы передачи обеспечивается только при рационально выбранных параметрах этой передачи.

Клиноременная передача обычно приводится в движение от электродвигателя, работающая в режимах как нереверсивном, так и в реверсивном. В последнем случае одна и та же ветвь передачи попеременно становится либо ведущей, либо ведомой. В тех случаях, когда конструктивно в приводах машин межосевое расстояние постоянно, а натяжение ремню создается путем перемещения натяжного ролика, такая передача становится крайне нерациональной, т.к. в случае ведущей ветви для ремня, проходящего через натяжной ролик, последний на наиболее нагруженном участке получает еще и дополнительные напряжения изгиба, которые приводят к резкому снижению срока службы наиболее слабого звена привода – клинового ремня.

Цель работы – разработка конструкции самонатяжного реверсивного клиноременного привода лишённого отмеченных выше недостатков, обоснование его рациональных параметров для проведения силового расчета с использованием нормативных материалов.

ПРИМЕР КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ПОСТАВЛЕННОЙ ЗАДАЧИ

Для привода транспортера подачи зеленой массы к измельчителю машин ИЗМ – 5 был разработан самонатяжной реверсивный клиноременный привод [6], который представлен на рис. 2.

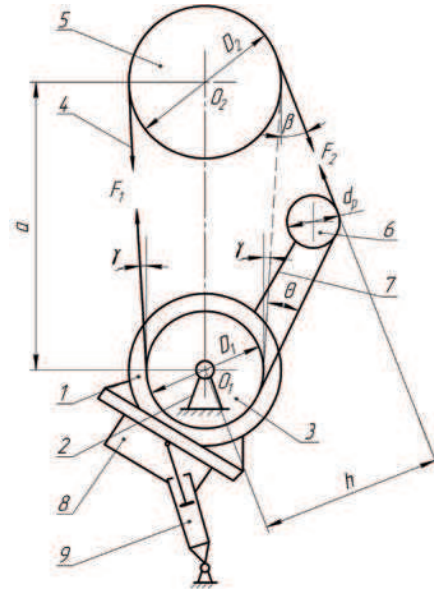


Рис.2. Схема самонатяжного ременного привода.
Ris.2. Chart of a selfpull strap transmission.

Привод содержит электродвигатель 1, установленный балансирно качающимся в опорах 2, на валу которого закреплен ведущий шкив 3, охватываемый ремнем 4, который также охватывает ведомый шкив 5 и натяжной ролик 6. На статоре электродвигателя закреплен жестко рычаг 7 с натяжным роликом 6, уравниваемым грузом 8.

Работает этот привод следующим образом. При включении электродвигателя в работу, крутящий момент от вала электродвигателя передается на шкив и далее последний преобразуется в окружное усилие в ремне, передаваемое им ведущей ветвью передачи ведомому шкиву. При этом реактивный момент, воздействующий на статор электродвигателя разворачивает последний вместе с натяжным роликом в направлении обратном направлению вращения ведущего шкива. При этом натяжной ролик, действуя на ведомую ветвь, создает ей строго определенное, требуемое натяжение для передачи соответствующей нагрузки.

При изменении направления вращения ротора электродвигателя все элементы самонатяжного ременного привода работают в обратном направлении.

Так как в приводах машин в основном используются асинхронные трехфазные электродвигатели, создающие значительный крутящий момент при пуске, то с целью уменьшения его воздействие на ремень в приводе нами установлен гидравлический демпфер 9.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДАЧИ

Соотношение в натяжениях ветвей передачи в ведущей F_1 и ведомой F_2 было установлено Л. Эйлером в 1775 г. и применительно к клиноременной передаче имеет вид:

$$F_1 / F_2 = \text{экс} \left[\alpha f \left(\sin \frac{\varphi}{2} \right) \right], \quad (1)$$

где f – коэффициент трения ремня по желобу шкива с углом φ ;

α – угол упругого скольжения ремня по шкиву.

Для самонатяжной передачи этот угол несколько меньше угла обхвата ремнем ведущего шкива.

Для ответа на вопрос выбора рациональных параметров рассматриваемой передачи по рис.2 составим уравнение моментов сил относительно оси ведущего шкива

$$\sum M_{o1} = 0,5F_1D_1 - F_2h = 0 \quad (2)$$

Заменив в уравнении (2) $h = 0,5D_2 + a \sin \beta$ и преобразовав его получим:

$$\text{экс} \left[\frac{\alpha f}{\sin(\varphi/2)} \right] = u + (2a \sin \beta) / D_1, \quad (3)$$

где в уравнениях (2) и (3) D_1, D_2 – диаметры ведущего и ведомого шкивов;

a – межосевое расстояние между шкивами;

β – угол наклона ведомой ветви ременной передачи к межцентровой линии шкивов на участке между ведомым шкивом и натяжным роликом.

Рассмотрим последовательность выбора рациональных параметров (углов α и β) самонатяжной клиноременной передачи на примере привода транспортера машин ИЗМ-5 с геометрическими размерами $D_1 = 140$ мм, $D_2 = 280$ мм, $d_{\text{пр}} = 125$ мм, $a = 415$ мм, $\gamma = 9,5^\circ$ (угол наклона касательных ветвей ремня к шкивам относительно межцентровой линии), $f = 0,17$ (коэффициент трения ремня по желобу шкива [9]). Сечение клинового ремня Б (принят по рекомендации [1] в зависимости от частоты вращения ведущего шкива и передаваемой мощности).

Выразим угол обхвата ведущего шкива зависимостью:

$$\alpha = 180^\circ - 2\gamma - \theta, \quad (4)$$

где θ – угол наклона ведомой ветви клиноременной передачи к общей касательной между шкивами по рис.2 на участке между ведущим шкивом и натяжным роликом.

С учетом зависимости (4) основное уравнение (3) для определения основных параметров самонатяжной передачи принимает вид:

$$\begin{aligned} \text{экс} \left[\frac{(180^\circ - 2\gamma - \theta)f}{\sin(\varphi/2)} \right] = \\ = u + (2a \sin \beta) / D_1. \end{aligned} \quad (5)$$

Анализ уравнения (5) показывает, что оно аналитически неразрешимо, т.к. в нем имеется одновременно два зависимых друг от друга параметра – углы β и θ и составить дополнительное соотношение исключающее один из этих параметров не представляется возможным.

Для определения расчетным путем параметров β и θ используем графоаналитический метод последовательных приближений. Для этого левую и правую части уравнения (5) представим в виде отдельных функций:

$$Y_\alpha = \text{экс} \left[\frac{(180^\circ - 2\gamma - \theta)f}{\sin(\varphi/2)} \right], \quad (6)$$

$$\text{и } Y_\beta = u + (2a \sin \beta) / D_1. \quad (7)$$

На рис.3 графически представлены зависимости (6) и (7) при произвольных углах α и β по оси абсцисс для конкретной передачи с параметрами приводимыми нами выше.

Решение вопроса по определению рациональных взаимозависимых параметров β и θ представим в следующей последовательности. Задав произвольно величиной угла θ (по зависимости (4)), определяется угол обхвата α ремнем ведущего шкива. Отложив по оси абсцисс (рис.3) величину этого угла α проводим перпендикуляр до пересечения с кривой функции Y_α , а затем из полученной точки пересечения проводим горизонталь, пересекающую кривую функцию Y_β . По новым точкам пересечения находим величины функции Y_β и по осям абсцисс величину угла β .

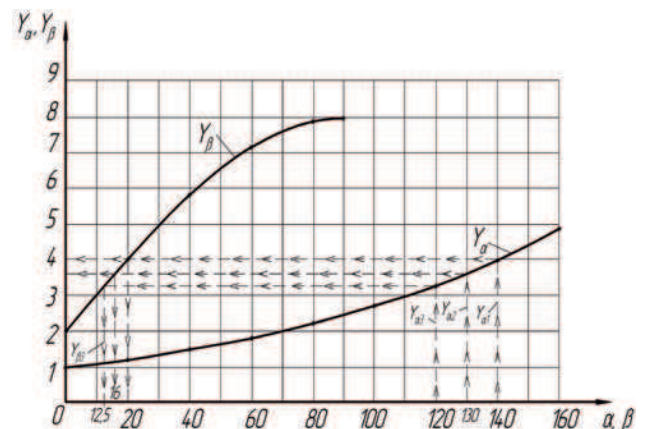


Рис.3. Зависимость функций Y_α и Y_β от углов α и β для самонатяжной ременной передачи.

Fig.3. Dependence of functions of Y_α and Y_β from corners α and β for a selfpull strap transmission

Подставив полученную величину угла β в уравнение (7) получим величину функции Y_β , которую и сравниваем с величиной функции Y_α .

При равенстве численных значений функций Y_α и Y_β параметры β и θ соответствуют рацио-

нальной конструкции самонатяжной реверсивной клиноременной передачи.

Проведены графоаналитические исследования по определению угла обхвата ремнем ведущего шкива по описанной выше методике при различных межосевых расстояниях и одних и тех же диаметрах шкивов передачи. При этом в каждом случае рычаг натяжного ролика принимался предельно наибольшей величины. Результаты исследований установлено, что с увеличением межосевого расстояния и длина рычага натяжного ролика угол обхвата ремнем ведущего шкива постоянно увеличивается. Так, например, для рассмотренной выше передачи с передаточным отношением $u = 2$ с увеличением межосевого расстояния $a = 415$ мм до 830 мм угол обхвата ведущего шкива α изменяется от 120° до 156° (см.рис.4) и некотором увеличении также и угла обхвата ремнем ведомого шкива.

Из этого следует, что описанная конструкция самонатяжной клиноременной передачи наиболее рациональна в приводах машин со средними и повышенными межосевыми расстояниями [1].

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЕТА РЕВЕРСИВНОЙ САМОНАТЯЖНОЙ КЛИНОРЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ

В работе [4] показано (см. рис.1), что номинальная передаваемая нагрузка ремнем не зависит от способа создания натяжения. Ее величина, приведенная в нормативных материалах [1], определялась экспериментальным путем с учетом механических свойств материалов ремня, его долговечности, величинами удлинения в процессе эксплуатации и другими факторами.

Это позволяет вести расчет самонатяжной передачи с использованием нормативных материалов по расчету ременной передачи с учетом некоторых ее особенностей работы.

Исходные данные для расчета самонатяжной клиноременной передачи те же, что и для обычной, т.е. передаваемая мощность P , передаточное отношение u , частота вращения ведущего шкива, задаваемое межосевое расстояние a .

Последовательность расчета.

1. Используя нормативные рекомендации [1] по передаваемой мощности и частоте вращения выбирается сечение ремня.

2. По формуле профессора М.А. Соверина ориентировочно определяется расчетный диаметр ведущего шкива D_1 , мм

$$D_1 = (52 - 64)\sqrt[3]{T}, \text{ мм} \quad (8)$$

где T – крутящий момент на ведущем шкиве, Н·м.

Затем определяется диаметр ведомого шкива D_2 с учетом величины скольжения ремня $\varepsilon=0,02$

$$D_2 = D_1 u (1 - \varepsilon). \quad (9)$$

Полученные величины диаметров шкивов D_1 и D_2 округляется до стандартных значений [1].

3. Межосевое расстояние a либо задается конструктивно, либо равным $a = (5-6) D_1$.

4. Угол наклона ведущей ветви передачи γ к межцентровой линии

$$\gamma = 57,2^\circ (D_2 - D_1) / a \quad (10)$$

5. По вышеизложенной методике определяются рациональные углы обхвата α , θ и β по рис.2.

6. Общая длина ремня определяется графическим прочерчиванием передачи с последующим суммированием прямолинейных участков и криволинейных на дугах обхвата шкивов. Клиновой ремень стандартной длины принимается ближайшего меньшего размера по сравнению с расчетным.

7. Необходимое число ремней Z в приводе определяется по зависимости [1]:

$$Z = \frac{P_{\text{ном}} C_p}{P_o C_\alpha C_L C_Z}, \quad (11)$$

где $P_{\text{ном}}$ – номинальная мощность передаваемая приводом;

C_p – коэффициент динамической нагрузки и режима работы. $C_p = 1$ для самонатяжной передачи;

P_o – мощность передаваемая одним ремнем принятого ранее сечения при $\alpha = 180^\circ$. Параметр принимается по материалам [1];

C_α – коэффициент учитывающий угол обхвата. Его величина определяется по таблицам нормативных материалов [1];

C_L – коэффициент учитывающий длину ремня. Его величина находится по таблицам [1]. Для передач работающих ограниченное время (менее 500 часов) $C_L = 1$.

C_Z – коэффициент учитывающий число ремней в передаче. Его величина принимается по таблицам [1]. Для передач работающих ограниченное время (менее 500 часов) $C_Z = 1$.

ВЫВОДЫ

1. Разработанная методика позволяет определить основные рациональные параметры самонатяжной реверсивной клиноременной передачи и производить ее силовой и кинематический расчет с использованием современных нормативных параметров для расчета ременных передач.

2. Разработанная последовательность расчета для вертикальной самонатяжной передачи приемлема и для расчета с любым наклоном передачи к горизонту.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 1284.3-96, 1997.: Ремни приводные клиновые нормальных сечений. Передаваемая мощность: -М.: Из-во стандартов. – 59.
2. Машиностроение., 1995.: Энциклопедия: в 40 т. -Т.IV. Детали машин. Конструкционная прочность. Трение, износ, смазка /Д.Н. Решетов, А.П. Гусенков, Ю.Н. Дроздов и др. – М.: Машиностроение, 606 – 632.
3. Gutuța S., Sydorenko I., 2008.: Dissipation factor at simulating oscillating systems with elastic response of duffing type// MOTROL. - №10А, 47 – 51.
4. Ниберг Н., 1977.: Самонатяжные ременные передачи// Вестник машиностроения. – №7, 38 – 42.
5. Олефиренко Г., Ходжаев П., Рыбалкин Е., 1968.: Увеличение долговечности клиновых ремней комбайнов //Техника в сельском хозяйстве. – №7, 22 – 26.
6. Пат. Украины №50208, 2010/ МПК F16H 7/12. – Самонатяжной ременный привод / Хабрат Н., Люманов Э., Умеров Э. – Бюл. №10.
7. Флик Э., 1984.: Механические приводы сельскохозяйственных машин. – М.: Машиностроение. – 272.
8. Хабрат Н., 1982.: О величине коэффициента трения клинового ремня по шкиву и методика его экспериментального определения// Сб. науч. тр. УСХА. Совершенствование процессов и рабочих органов сельхозмашин, организация и технология ремонта сельхозмашин– Вып. 146, 26 – 29.
9. Хабрат Н., 1977.: О контроле натяжения приводных ремней сельскохозяйственных машин // Сб. науч. тр. УСХА. /Повышение эффективности использования широкозахватных скоростных тракторных агрегатов. – Вып. 141, 40 – 45.
10. Heroviz B., Gheorghiu N., 1969.: Messung der Vorspannung bei Riementrieben// Maschinenmarkt. – №11, 142 – 149.

BACKGROUND AND METHODS OF KEY PARAMETERS AUTOMATIC TENSIONING REVERSIBLE V-BELT TRANSMISSION

Summary We describe the design, operation and method for determining the basic parameters and calculation automatic tensioning belt drives.

Key words: belt drive, of a self-tension transmission, automatic tensioning belts, belt drive with tensioning roller.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕГЕНЕРАЦИИ ВОЗДУХА В УБЕЖИЩАХ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

Юлия Ревякина

Национальная академия природоохранного и курортного строительства
Адрес: Украина, 95493, г. Симферополь, ул. Киевская, 181. e-mail: www.napks.edu.ua

Аннотация. В статье представлена математическая модель тепломассопереноса в процессе регенерации воздуха, осуществляемого в установках РУ-150/6 в режиме герметизации.

Ключевые слова: регенерация воздуха, убежище, математическая модель, тепломассоперенос, регенеративная установка, супероксид.

ВВЕДЕНИЕ

Комплексные исследования процесса регенерации воздуха, осуществляемого в регенеративных установках РУ-150/6, факторов, влияющих на характер его протекания, и вопросов управления указанным процессом в герметично замкнутом объеме, должны проводиться на основе адекватной математической модели.

Решение данной задачи невозможно без моделирования процесса регенерации, основанного на явлении хемосорбции, которое в данном случае описывается системой уравнений тепломассопереноса при определении начальных и граничных условий режима герметизации [9, 10].

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Используемые в настоящее время в защитных сооружениях фильтровентиляционные комплекты ФВК-1 и ФВК-2 для обеспечения второго и третьего режимов вентиляции в соответствии с требованиями СНИП II-11-77* являются морально устаревшими, а их основные элементы сняты с производства, что не позволяет решать задачи оснащения вновь строящихся, реконструируемых и эксплуатируемых убежищ.

Производство регенеративной части комплектов, состоящих из установок РУ-150/6 или "Устройства-300", осуществляемое ранее ОАО "Заря" и ОАО "ЭХМЗ", прекращено.

Вышесказанное актуализирует задачи разработки средств регенерации воздуха защитных сооружений, обладающих высокими защитными свойствами и обеспечивающих требуемые условия обитания укрываемых [8].

Однако процессы, протекающие при регенерации воздушной среды герметизированных помещений убежищ, характеризуются высокой сложностью вследствие присутствия множества малоизученных факторов, а также значительной стоимости натуральных экспериментов в реальных защитных сооружениях [6]. Поэтому математическое моделирование процессов, имеющих место при регене-

рации воздуха, представляется наиболее перспективным при решении проблемы повышения эффективности работы существующих установок.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Динамике сорбционных процессов посвящено достаточно много литературы [4, 7]. Однако число работ, касающихся исследования вопросов собственно динамики хемосорбции, существенно ограничено [5, 6]. Особенно это касается поглочительных процессов, протекающих в регенеративных установках РУ-150/6 и характеризующихся одновременным выделением кислорода и большого количества тепла [1, 2].

Литературы, в которой бы освещались вопросы повышения эффективности использования регенеративных патронов в существующих устройствах не обнаружено.

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью данной работы является разработка математической модели тепломассопереноса, протекающего при регенерации воздуха для исследования и повышения эффективности процессов восстановления газового состава в герметично замкнутом объеме убежищ гражданской защиты.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Решение поставленных задач проводилось с помощью методов физического и математического моделирования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Процесс регенерации воздуха, осуществляемый в установках РУ-150/6, с участием надпероксидных регенеративных продуктов основан на явлении хемосорбции, сопровождающегося выделением тепла при химической реакции. Процесс хемо-

сорбции в этом случае будет описываться системой уравнений тепломассопереноса.

Математическое описание динамики сорбции представляет собой систему обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных для каждого поглощаемого/выделяемого вещества.

На основании анализа экспертных сведений и экспериментальных данных [3, 6] при формировании системы уравнений математической модели ПРВ в соответствии с возможностями практического расчета примем ряд допущений:

- в реакторах СКЗ происходит поглощение только диоксида углерода и восстановление только кислорода, поглощение других веществ из воздуха помещений пренебрежимо мало;

- воздух, поступающий на вход регенеративного элемента, является ньютоновской несжимаемой жидкостью (т. е. для плотности воздуха можно принять $\partial \rho / \partial t = \partial \rho / \partial x = 0$); подвижная фаза несжимаема;

- переходные режимы (запуск регенеративного элемента в работу) непродолжительны, а основное время регенеративный элемент работает при малом изменении теплофизических параметров, что позволяет считать протекающий в реакторах СКЗ процесс регенерации воздуха изотермическим;

- движение воздуха внутри регенеративного элемента - осевое со средней линейной скоростью ω , определяемой по расходу вентилятора и сечению элемента;

- реакторы СКЗ являются реакторами диффузионного типа, т.е. помимо основного направления газового потока в реакторе присутствует диффузионное перемешивание по длине (радиальное перемешивание не рассматривается, поскольку имеет место в случае малого отношения длины к диаметру и большой поперечной неравномерности скоростей потоков).

С учетом принятых допущений динамика процесса регенерации воздуха, протекающего в регенеративном элементе, будет описываться системой следующих уравнений: уравнение материального баланса, уравнение кинетики сорбции и уравнение изотермы сорбции [3].

Для вывода уравнения материального баланса рассмотрим элементарный объем регенеративного вещества длиной dx площадью поперечного сечения dS .

Количество вещества (диоксида углерода или кислорода), вносимого в элементарный объем потоком воздуха через площадь dS за время dt , составляет $\omega C dS dt$, а потоком, вызванным продольной турбулентной диффузией

$$D \frac{\partial}{\partial x} \left(C + \frac{\partial C}{\partial x} dx \right) dS dt,$$

где ω - линейная скорость воздуха; C - концентрация вещества в газовой фазе; D - коэффициент продольной диффузии.

Количество вещества, вышедшего с воздушным потоком, равно:

$$\omega \left(C + \frac{\partial C}{\partial x} dx \right) dS dt;$$

с диффузионным потоком -

$$D \frac{\partial C}{\partial x} dS dt.$$

Изменение концентрации веществ в элементарном объеме вызовет изменение концентрации вещества в адсорбенте и подвижной фазе. В адсорбенте оно будет равно $\frac{\partial a}{\partial t} dS dt dx$, в потоке $\frac{\partial C}{\partial t} dS dt dx$, где a - концентрация вещества в регенеративном веществе.

В соответствии с законом сохранения массы разность между входящими и выходящими потоками будет составлять изменение количества вещества в рассматриваемом элементарном объеме (рис. 1), т. е.

Изменение = Приход вещества - Расход вещества

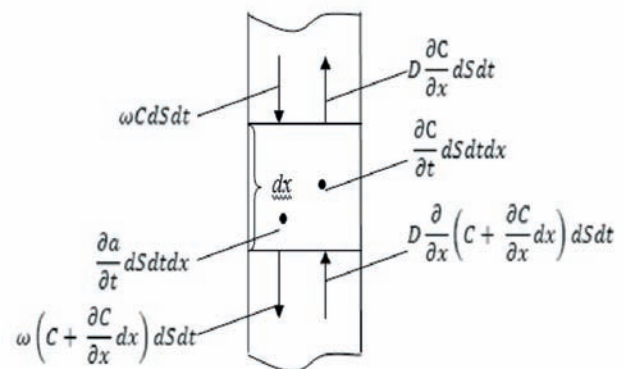


Рис. 1. Элементарный объем
Fig. 1. Elementary volume

$$\begin{aligned} \frac{\partial a}{\partial t} dS dt dx + \frac{\partial C}{\partial t} dS dt dx = & \left(\omega C dS dt + D \frac{\partial}{\partial x} \left(C + \frac{\partial C}{\partial x} dx \right) dS dt \right) - \\ & - \left(\omega \left(C + \frac{\partial C}{\partial x} dx \right) dS dt + D \frac{\partial C}{\partial x} dS dt \right). \end{aligned} \quad (1)$$

В результате преобразований получаем:

$$\frac{\partial a}{\partial t} + \frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - \omega \frac{\partial C}{\partial x}. \quad (2)$$

Скорость сорбции $\frac{\partial a}{\partial t}$ определяется из уравнения кинетики сорбции, которое показывает количество поглощаемого вещества из газового потока в единицу времени единицей объема поглотителя, в общем случае имеет вид [3, 6]:

$$\frac{da}{dt} = \beta(C - C^*),$$

где β – коэффициент массообмена; C – текущая

$$\Psi_i^j(t, x) = -\frac{\partial a_i^j(t, x)}{\partial t} = \begin{cases} \beta_i^{O_2} C_i^{CO_2}(t, x) \left(\frac{a_i^{O_2}(t, x)}{a_{i0}^{O_2}} \right), \text{ выделение;} \\ -\beta_i^{CO_2} C_i^{CO_2}(t, x) \left(1 - \frac{a_i^{CO_2}(t, x)}{a_{i0}^{CO_2}} \right), \text{ поглощение.} \end{cases} \quad (3)$$

Таким образом, система уравнений динамики сорбции будет описываться уравнениями (2) - (3).

При построении математической модели процесса теплопереноса в системах патрон-продукт рассмотрим нестационарное температурное поле в регенеративном патроне цилиндрической формы (рис. 2) [2].

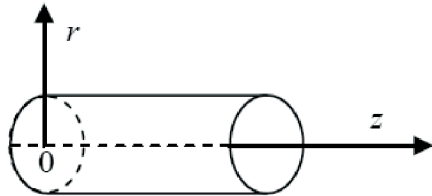


Рис. 2. К постановке краевой задачи теплопереноса в цилиндрическом патроне
Fig. 2. By setting a boundary value problem of heat transfer in regenerative cylinder-shaped

$$(c_3 \rho_3) \frac{\partial \bar{T}(z, \tau)}{\partial \tau} = -\frac{2\bar{\alpha}}{R_0} [\bar{T}(z, \tau) - T_c] - w c^r \rho^r \frac{\partial \bar{T}(z, \tau)}{\partial z} + q_V(z, \tau), \quad (4)$$

$$z > 0, \tau > 0;$$

$$\bar{T}(z, 0) = \bar{T}_0 \quad (5)$$

$$\bar{T}(0, \tau) = \bar{T}_{вх}(\tau), \quad (6)$$

где $c_3 \rho_3$, $c^r \rho^r$ - эффективная объемная теплоемкость шихты и объемная теплоемкость газа, соответственно; w - средняя по сечению скорость газа, м/с; q_V - объемная мощность внутренних источников

концентрация поглощаемого вещества в потоке газа; C^* – равновесная концентрация, равная текущей величине сорбции.

Для упрощения математической модели предположим, что изменение давления потока воздушной смеси в реакторах СКЗ не оказывает существенного влияния на ПРВ, реакторы имеют постоянное поперечное сечение, являются однослойными и включают только один вид сорбента (хемосорбента). При этом численное решение математической модели при проведении вычислительного эксперимента будет осуществляться с использованием уравнения кинетики сорбции на примере уравнения типа бимолекулярной реакции:

Для упрощения расчетов принимается ряд допущений [1, 2]:

- перенос теплоты вдоль оси z за счет теплопроводности пренебрежимо мал по сравнению с переносом теплоты за счет конвективного движения газа;
- температурное поле симметрично относительно координаты z ;
- объемная мощность внутренних источников тепла зависит только от продольной координаты z и времени;
- в связи с относительно малыми размерами частиц регенеративного продукта (шихты) температура проходящего газа равна температуре шихты.

Для двумерного нестационарного температурного поля в регенеративном патроне цилиндрической формы с учетом сформулированных допущений уравнение переноса теплоты запишется в виде

тепла; R_0 - радиус обечайки патрона, м; \bar{T}_0 - начальная температура; $\bar{T}_{вх}$ - температура во входном сечении шихты; T_c - температура среды; $\bar{\alpha}$ - скорректированное значение коэффициента теплообмена,

позволяющее использовать среднеинтегральное значение температуры $\bar{T}(z, \tau)$, вычисляемое по формуле

$$\bar{T}(z, \tau) = \int_0^{R_0} T(r, z, \tau) r dr / \int_0^{R_0} r dr = \frac{2}{R_0^2} \int_0^{R_0} T(r, z, \tau) r dr;$$

$q_V(z, \tau)$ - мощность внутренних источников тепла, которая при хемосорбции прямо пропорциональна скорости химической реакции

$$q_V(z, \tau) = H_{\Sigma} \frac{\partial a}{\partial \tau}. \quad (7)$$

При известных значениях суммарного теплового эффекта химической реакции H_{Σ} , сопровождающих процесс регенерации воздуха, а также по полученным экспериментальным значениям

$q_V(z, \tau)$ можно по формуле (7) вычислить скорость поглощения реагента $\partial a / \partial \tau$.

Таким образом, в виде уравнений (4) - (7) представлена математическая модель теплопереноса в регенеративном патроне цилиндрической формы.

Окончательное формирование математической модели процесса теплопереноса в герметично замкнутом объеме заключается в сведении в единую систему уравнений рассмотренных выше математических описаний процессов, протекающих при регенерации воздуха:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial a}{\partial t} + \frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - \omega \frac{\partial C}{\partial x}. \\ \frac{\partial a_i^j(t, x)}{\partial t} = \begin{cases} \beta_i^{O_2} C_i^{CO_2}(t, x) \left(\frac{a_i^{O_2}(t, x)}{a_{i0}^{O_2}} \right), \text{ выделение;} \\ -\beta_i^{CO_2} C_i^{CO_2}(t, x) \left(1 - \frac{a_i^{CO_2}(t, x)}{a_{i0}^{CO_2}} \right), \text{ поглощение;} \end{cases} \\ i=1, \dots, n, j=1, 2; \\ (c_3 \rho_3) \frac{\partial \bar{T}(z, \tau)}{\partial \tau} = -\frac{2\bar{\alpha}}{R_0} [\bar{T}(z, \tau) - T_c] - w c^r \rho^r \frac{\partial \bar{T}(z, \tau)}{\partial z} + q_V(z, \tau), \\ z > 0, \tau > 0; \\ \bar{T}(z, 0) = \bar{T}_0; \\ \bar{T}(0, \tau) = \bar{T}_{\text{вх}}(\tau), \\ q_V(z, \tau) = H_{\Sigma} \frac{\partial a}{\partial \tau}. \end{array} \right. \quad (8)$$

Полученная система уравнений (8) представляет собой математическое описание выделительно-поглотительных процессов, протекающих при восстановлении газового состава воздуха убежищ гражданской защиты в режиме герметизации, с одновременным учетом теплопереноса.

ВЫВОДЫ

Таким образом, построена математическая модель процесса теплопереноса, протекающего при регенерации воздуха в установках РУ-150/6 в условиях герметизации. Данная модель позволяет решать широкий круг задач, в том числе проведения имитационных исследований, постановки и решения задач управления, разработки алгоритмов и систем управления в убежищах

гражданской защиты при восстановлении газовой среды в режиме изоляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балабанов П., Кримштейн А., Пономарев С., 2008.: Исследование кинетики поглощения углекислого газа и влаги регенеративными веществами путем определения мощности внутренних источников тепла// Вестник Тамб. гос. техн. ун-та. – Том 14, № 3, 503 – 512.
2. Балабанов П., Пономарев С., Трофимов А., 2008.: Математическое моделирование теплопереноса в процессе хемосорбции// Вестник Тамб. гос. техн. ун-та. – Том 14, № 2, 334 – 341.
3. Дворецкий С., Матвеев С., Путин С., Туголуков Е., 2008.: Основы математического модели-

рования и оптимизации процессов и систем очистки и регенерации воздуха: учебное пособие. – Тамбов: Изд-во Тамбов. гос. техн. ун-та. – 324.

4. Дубинин М., 1932.: Физико-химические основы сорбционной техники. – М. – Л.: Гос. хим.-тех. издательство. – 382.

5. Мищенко С., Балабанов П., Кримштейн А., Пономарев С., 2010.: Динамика хемосорбции регенеративными веществами на основе супероксидов щелочных металлов и поглотителей// Вестник Тамб. гос. техн. ун-та. - Том 16, № 4, 870 – 881.

6. Путин С., 2008.: Математическое моделирование и управление процессом регенерации воздуха. – М.: Машиностроение. – 176.

7. Серпионова Е., 1969.: Промышленная адсорбция газов и паров. – М.: «Высшая школа». – 415.

8. Усов В., Матвеев С., Филиппова Т., Акулинина Г., 2009.: Комплекс средств регенерации и очистки воздуха от химически опасных веществ на базе изделия РВ-150, фильтров-поглотителей с блочным сорбирующим материалом и предфильтров с повышенной эффективностью и пылеемкостью // Материалы Рос. науч. конф. Стратегия развития научно-

производственного комплекса РФ в области разработки и производства систем жизнеобеспечения и защиты человека в условиях химической и биологической опасности. – Тамбов: Издательский дом ТГУ им. Державина, 158 – 159.

9. Vdovenko S., Wojchenko S., Cherniak L., Badakh V., 2010.: Ecological aspects of torch gases utilization at petroleum refinery// MOTROL. - №12D, 66 – 71.

10. Стоянов В. и др. , 2010.: Исследование процессов регенерации воздуха герметичных помещений защитных сооружений// MOTROL. - №12С, 171 – 180.

MATHEMATICAL MODELING OF MASS AND HEAT TRANSFER DURING AIR REGENERATION

Summary. The paper studied the mathematical model of mass and heat transfer during process of air regeneration which takes place in sealed rooms of shelters.

Key words: air regeneration, shelter, mathematical model, mass and heat transfer, regenerative installation, superoxide.

УСИЛЕНИЕ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АРМАТУРЫ КЛАССА А500С ВЫПОЛНЕННЫХ НА СТАЛЬНОЙ СКОБЕ-НАКЛАДКЕ.

Эльмар Меннанов, Азиз Абдурахманов, Николай Шевченко

Национальная академия природоохранного и курортного строительства
Адрес: Украина, 95493, г. Симферополь, ул. Киевская, 181. e-mail: www.napks.edu.ua

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы усиления сварных стыков рабочей арматуры класса А500С выполненных на стальной скобе накладке.

Ключевые слова: арматура, А500С, усиление, накладка, дефект.

В 2006 году введен в действие ДСТУ 3760:2006 [6]. Прокат арматурный для железобе

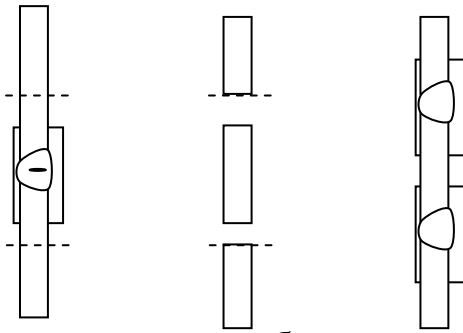


Рис. 1. Исправление дефектного соединения.
Fig. 1. Correction of defective connections

тонных конструкций. Общие технические условия.» (ISO 6935-2:1991, NEQ). В основу данного стандарта положены требования к арматурному прокату, установленные в следующих зарубежных

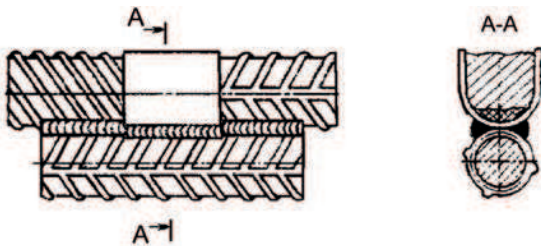


Рис. 2. Усиление по ГОСТ 23858-79.
Fig. 2. Amplification according to GOST 23858-79

нормативных документах: ISO 6934, ISO 6935, DIN 488, ENV 10080, BS 4449. С введением ДСТУ 3760-98 [5] и ДСТУ 3760:2006 в Украине отменены ГОСТ 5781—82 [1] и ГОСТ 10884—94 [2]. Отличительной особенностью ДСТУ является применение нового обозначения класса арматурного проката. Арматурный прокат (А) подразделяется на классы в зависимости от показателя механических и служебных качеств проката. Согласно ДСТУ 3760:2006 арматурный прокат изготавливают следующих классов: - А240С - с гладким профилем; - А400С, А500С, А600, А600С, А600К, А800, А800К,

А800СК и А1000 - с периодическим профилем. Класс проката А500С введен впервые в ДСТУ 3760-98 и является промежуточным, не имеющим аналога. Класс проката А500С по способу производства классифицируется как термомеханически упрочненный, периодического профиля, Индекс «С» указывает, что прокат является свариваемым.

Согласно ГОСТ 14098-91 [3] арматурные стержни до 22 диаметра соединяются при помощи двух боковых накладок из арматуры того же класса и диаметра что и основные. А стержни свыше 22 диаметра соединяются при помощи стальной скобы накладки. Данное соединение очень трудоемко и требует большого опыта сварщика. Из-за этого есть высокая вероятность появления дефекта в сварном соединении. В большинстве случаев на строительной площадке качество сварки проверяют наружным, визуальным осмотром в объеме 100% с последующим выборочным испытанием части стыков. Если при испытании на разрыв хотя бы один образец из партии стыков не проходит испытание, то

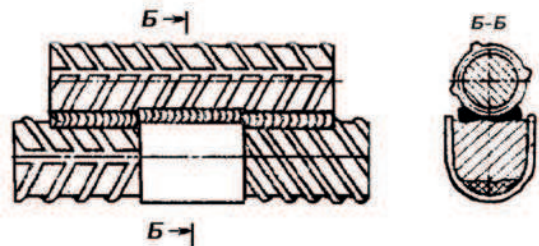


Рис. 3. Способ усиления сварного стыка.
Fig. 3. Method of amplification of a welded joint.

количество проверяемых образцов удваивают и испытание повторяют. Если в этом случае хотя бы один образец покажет разрывное усилие меньше получаемого, всю партию бракуют, и стыки переваривают или усиливают приваркой дополнительных накладок по ГОСТу 23858-79 [4] «Соединения сварные стыковые и тавровые арматуры железобетонных конструкций».

Данный нормативный документ предлагает нам два варианта устранения дефекта. Первый - это вырезать дефектное соединение, сделать вставку из арматуры того же класса и диаметра и выполнить

два сварных соединения. Однако это удваивает вероятность появления дефекта. Второй – это срезать скобу от центра колонны и выполнить усиление боковой накладкой меньшего диаметра, выбранной по расчету. Однако при приложении нагрузки данный стык начинает выгибаться из тела колонны. Такая работа арматуры недопустима, т.к. идет нарушение защитного слоя бетона.

В Национальной академии природоохранного и курортного строительства на базе кафедры Металлических и деревянных конструкций выполнен анализ возможных разрушений сварных соединений [9, 10]. В результате анализа проектной документации сварных соединений арматуры разработан и предложен новый вариант усиления сварного соединения на стальной скобе накладке. Он выполняется следующим образом: во время выполнения усиления дефектного сварного соединения стыкуемый стержень располагают со стороны угла колонны, а не к центру, как это предложено ГОСТом. Это облегчает доступ к месту выполнения усиления и не требует удаления скобы от центра колонны. Что немаловажно, т.к. углошлифовальной машинкой можно подрезать основной стержень.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Предложенный способ размещения накладок улучшает работу сварного соединения, а именно, во время работы основной стержень под действием горизонтальной составляющей будет изгибаться в центр колонны, вызывая при этом дополнительное обжатие;
2. Соблюдено условие сохранения защитного слоя бетона;
3. При выполнении данного способа усиления не требуется высокой квалификации исполнителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 5781—82. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций.
2. ГОСТ 10884—94. Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций.
3. ГОСТ 14098-91. Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций.
4. ГОСТ 23858-79. Соединения сварные стыковые и тавровые арматуры железобетонных конструкций. Ультразвуковые методы контроля качества. Правила приемки.
5. ДСТУ 3760-98. Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Общие технические условия.
6. ДСТУ 3760-2006 Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Общие технические условия.

7. Ажермачев Г., Меннанов Э., 2008.: Сварные стыки продольной арматуры класса А500С в колоннах сейсмостойких каркасов.// Будівельні конструкції. Зб. наук. праць. – К.:НДІБК. – Вип. 69, 86 – 94.

8. Ажермачев Г., Меннанов Э., 2008.: Особенности применения арматурного проката класса А500С, согласно ДСТУ 3760:2006 при изготовлении сварных стыков рабочей арматуры, сейсмостойких каркасных зданий с использованием ручной дуговой сварки.// Строительство, материалы, машиностроение. Зб. наук. праць. – Днепропетровск.: ПГАСА. – Вип. 48, 124 – 132.

9. Ажермачев Г., Перминов Д., 2009.: Снижение концентраторов напряжений в узлах стальных рамных каркасов.//MOTROL. – №11А, 94 – 100.

10. Khorohov V., 2009.: Hidden internal metal damage of loaded constructions and its ground.//MOTROL. - №11А, 82 –93.

STRENGTHENING OF THE WELD-FABRICATED CONNECTIONS OF REINFORCEMENT OF CLASS OF А500S EXECUTED ON A STEEL PROTECTIVE STAPLE-STRAP

Summary. In this work examined questions of strengthening of the weld-fabricated joints of working reinfor of class of А500S executed on a steel protective staple strap.

Key words: reinforcement, А500S, strengthening, protective staple strap, defect

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОПОГЛОТИТЕЛЯ КОЛЬЦЕВОГО ТИПА НА ЗНАКОПЕРЕМЕННЫЕ НАГРУЗКИ

Геннадий Ажермачев, Азиз Абдурахманов, Эльмар Меннанов

Национальная академия природоохранного и курортного строительства
Адрес: Украина, 95493, г. Симферополь, ул. Киевская, 181. e-mail: www.napks.edu.ua

Аннотация. В работе представлены результаты физических экспериментальных исследований модели энергопоглотителя кольцевого типа с использованием тензометрического оборудования. Моделировалась ячейка связевого каркаса, которая нагружалась горизонтальной знакопеременной нагрузкой.

Ключевые слова: сейсмостойкость, связи, деформации, энергопоглотитель, экспериментальные исследования

Эффективным способом повышения сейсмостойкости многоэтажных зданий и сооружений является установка в систему вертикальных связей по колоннам каркасов специальных элементов, работающих при землетрясениях расчетной интенсивности в упругопластической стадии, так называемых энергопоглотителей. Работая за пределом упругости материала на знакопеременные циклические нагрузки, элементы поглощают большое количество энергии сейсмических воздействий, что обеспечивает затухание колебаний каркасов, уменьшение сейсмических нагрузок, снижение металлоемкости конструкций и затрат на антисейсмические мероприятия [1, 2, 3, 4, 13].

Как показали результаты теоретических исследований [5, 6], неупругая работа энергопоглотителей кольцевого типа (ЭПК) характеризуется существенной нелинейностью и повышенным энергопоглощением. В процессе упругопластического деформирования, ЭПК значительно изменяет свою мгновенную жесткость. Таким образом, использование кольцевых энергопоглотителей в качестве системы сейсмозащиты должно повысить сейсмостойкость зданий и сооружений как за счет их высокой энергоемкости, так и за счет отстройки динамических характеристик, что подтверждается результатами расчетов. Целью экспериментальных исследований является изучение особенностей рабо-

ты кольцевого энергопоглотителя. Его модель представляет собой фрагмент связевого каркаса. Модель выполнена в виде рамы, с размерами пролета L и высоты H 1 м и 1 м, с шарнирными соединениями в узлах, в которой устанавливались связи, оснащенные кольцевыми энергопоглотителями различных типов.

Экспериментальные исследования модели проводились на специальном стенде знакопеременной циклической нагрузкой (см. рис. 1а). Нагружение осуществлялось натяжным устройством в уровне верхнего узла рамы. Для регистрации величины нагрузок устанавливались динамометры ДОСМ-3, которые были протарированы на испытательной установке Р-20 (рис. 1б).

Имеющиеся сведения [7] об идентичности кривых петель гистерезиса, полученных при статических испытаниях, с кривыми петель гистерезиса, полученными при динамических испытаниях, а также результаты работ [8, 9, 10], свидетельствующие о том, что энергоемкость при квазистатическом способе нагружения меньше, чем при динамическом нагружении, и может быть принята в качестве гарантированного минимума энергоемкости, которым обладает конструкция, определили выбор квазистатического способа нагружения с помощью тягового и толкающего устройства.

а)



б)



Рис. 1. Испытательные установки

а) экспериментальная установка; б) испытательная установка Р-20

Fig. 1. Equipment for tests

а) experimental setting; б) proof-of-concept setting P-20

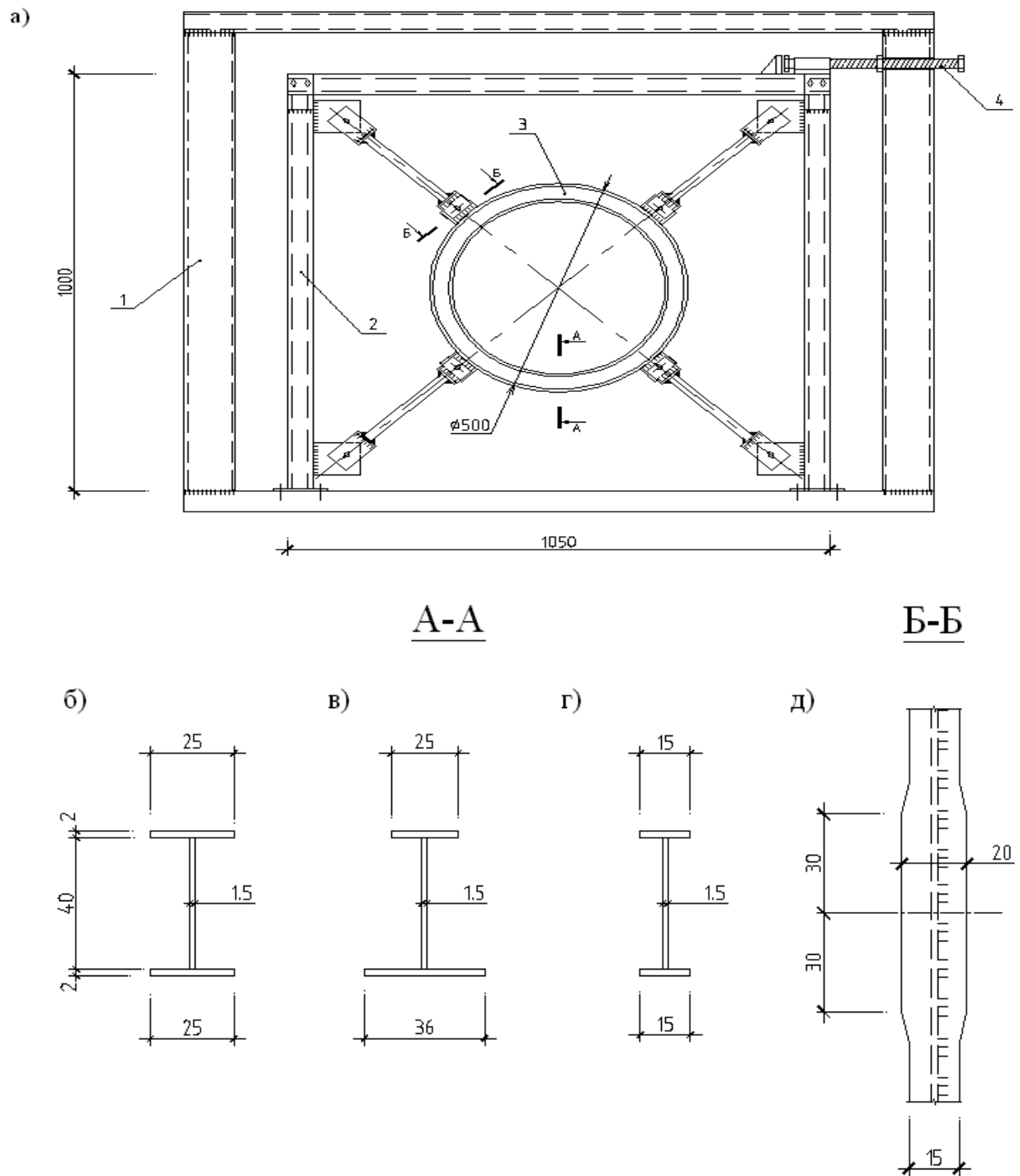


Рис. 2. Конструкция модели ЭПК и его сечения

а) модель ЭПК; б) тип В – базовый; в) тип N – несимметричный; г) тип U – с зонами равного сопротивления

Fig. 2. Construction of model circular energy absorber and his section:

a) model circular energy absorber; б) type B – base; в) type N – asymmetrical; г) type U – with the areas of equal resistance

Для изучения влияния геометрических параметров ЭПК выбрано три типоразмера двутаврового сечения колец: В – симметричные пояса двутавра (базовый), N – с несимметричными поясами двутавра (несимметричный), Z – с зонами равного сопротивления (рис. 2).

Описанное устройство модели ЭПК позволяет:

- производить замену колец;
- варьировать их геометрические параметры;
- оснащать различными измерительными приборами (динамометры, индикаторы часового типа).

Кольца изготавливались из стали С345. Перед началом основного этапа экспериментальных исследований, на разрывной машине в соответствии с ГОСТ 1497-84 была испытана серия стандартных образцов.

Экспериментальные исследования всех конструктивных элементов и узлов проводились по плану, составленному в соответствии с теорией оптимального планирования факторных экспериментов [11]. Это позволило повысить надежность результатов, использовать дисперсионный анализ и методы математической статистики при обработке данных.

Нагрузка прикладывалась ступенями с десятиминутной выдержкой [12]. Из представленной на рис. 3 зависимости между силой на кольцо и его деформациями видно, что при таком виде нагружения зависимость образует устойчивые петли гистерезиса. Характер зависимости позволяет выделить две отчетливо выраженные стадии работы энерго-

поглотителя: упругую и упругопластическую. Упругая работа наиболее четко проявляется на разгрузочных, а неупругая на загрузочных ветвях петли.

В первом полупериоде зависимость имеет ломаный вид и сопровождается развитием пластических деформаций. При этом перемещения рамы превосходят значения полученные теоретическим (численным) путем (таблица 1). В последующих полупериодах зависимость приобретает более плавное очертание и после некоторого роста деформативности во втором и третьем полупериодах, к четвертому и пятому выходит на достаточно близкий к расчетным значениям, почти симметричный режим деформирования. Такой характер работы связан, по видимому, с неоднородностью макрокристаллической структуры стали. Более высокая, по сравнению с расчетами, деформативность ЭПК является нежелательным фактором. Тем не менее, она обуславливает большую энергоемкость, что в свою очередь повышает надежность кольцевых энергопоглотителей.

В процессе развития неупругих деформаций ЭПК, значительно изменяются его жесткостные характеристики. Жесткость для конца первого полупериода снизилась по отношению к первоначальной в 5 раз.

Данное обстоятельство должно приводить к существенному изменению динамических характеристик систем, оснащенных ЭПК

Таблица 1. Результаты испытаний ЭПК с базовым кольцом
Table 1. Results of tests of circular energy absorber with a base ring

N полуцик- ла	Наг- руз- ка, кгс	Изменение диа- метра кольца, мм		Приведенная жесткость, Н/мм		Полуцикловая энерго- емкость, Дж		Коэффициент податливости α_n
		теор.	опыт.	теор.	опыт.	теор.	опыт.	
1	900	8.4	10	1071	900	115	144	5.0
2	940	9	11	1044	854	126	169	5.5
3	940	9	11.5	1044	817	126	179	5.75
4	940	9	11.2	-	-	-	-	5.6
5	940	9	11.9	-	-	-	-	5.95

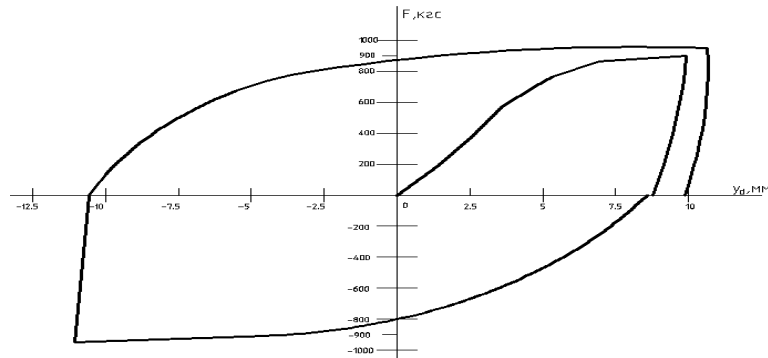


Рис. 3. Диаграмма деформирования для ЭПК с базовым кольцом
 Fig. 3. Diagram of deformation for absorber with a base ring

На основании анализа процесса деформирования энергопоглотителя с базовым кольцом в течение 5 полуциклов, установлено, что статическая работа ЭПК достаточно полно может быть изучена и при двух полуциклах. В этой связи было принято решение испытания энергопоглотителя с N (несимметричный) и U (уширенный) кольцами ограничить тремя полуциклами знакопеременного нагружения.

На рис. 4 представлена диаграмма деформирования ЭПК с несимметричным сечением, в сравнении с диаграммой полученной теоретическим путем [5]. Ее характер полностью аналогичен зависимости, рассмотренной выше. Полуторкротное увеличение внутреннего пояса привело к упругой его работе и увеличению объема металла внешнего пояса, работающего в упругопластической стадии и за счет этого увеличению деформативности, чем у базового кольца. Как и в предыдущем случае, фактическая энергоемкость энергопоглотителя превосходит расчетную (в 1.2 раза).

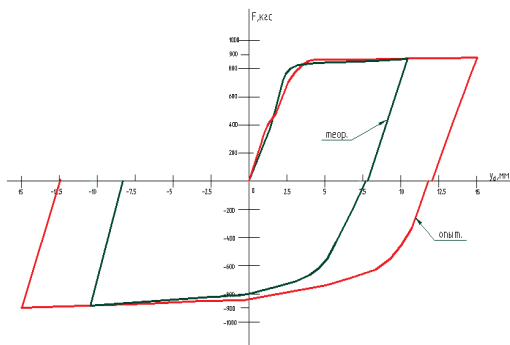


Рис. 4. Диаграмма деформирования для ЭПК с несимметричным сечением кольца
 Fig. 4. Diagram of deformation for absorber with the asymmetrical section of ring

Сопоставление разгрузочных ветвей ЭПК с несимметричным и уширенным сечением кольца (рис. 5 и табл. 2) подтверждает их практически равные жесткости в упругой стадии. Создание зон равного сопротивления приводит к еще большему росту деформативности энергопоглотителя в упругопластической стадии (в 1.6 раза), хотя в упругой стадии первого полуцикла расхождение между деформированием уширенного и несимметричного кольца было незначительным. За счет более высокой деформативности, энергоемкость U-колец в 1.7 раза превосходит аналогичный параметр N-кольца и в 2.2 раза энергоемкость B-кольца (табл.2). Деформации ЭПК с зонами равного сопротивления в первом полуцикле оказались значительно больше расчетных. Как и в предыдущих случаях, энергоемкость U-кольца также оказывается больше теоретической, а его неупругая работа приводит к снижению жесткости энергопоглотителя почти в 10 раз.

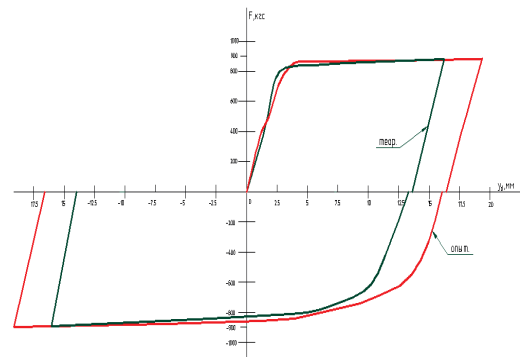


Рис. 5. Диаграмма деформирования для ЭПК с зонами равного сопротивления
 Fig. 5. Diagram of deformation for absorber with the areas of equal resistance

Таблица 2. Сравнение результатов испытаний ЭПК с 3-мя типами колец
Table 2. Comparing of results of tests for absorber with three types of rings

Типоразмер	Изменение диаметра кольца в 1-м полуцикле Δ , мм		Максимальная нагрузка в 1-м полуцикле P_{1max} , кгс	Жесткость в упругой стадии, Н/мм		Приведенная жесткость для 1-го полуцикла, Н/мм		Энергоемкость в 1-м полуцикле, Дж		Коэффициент податливости
	теор.	опыт.		теор.	опыт.	теор.	опыт.	теор.	опыт.	
Базовый	8.4	10	900	4780	4500	1071	900	115	144	5.0
Несимметричный	10.3	12.2	892	4462	4460	866	731	149	184	6.1
Уширенный	16.2	19.4	895	4478	4475	552	461	256	313	9.7

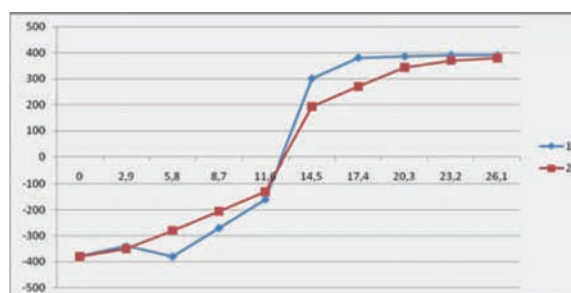


Рис. 6. График распределения напряжений по длине ЭПК уширенного типа (график 1) и базового типа (график 2).
Fig. 6. Chart of distributing of tensions on length of for absorber with a megascopic width (chart 1) and base type (chart 2).

Из рисунка 6 видно, что пластические деформации в уширенном кольце распределены практически по всей длине кольца, чем у базового, тем самым вовлекая в упругопластическую работу больший объем металла.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментально подтверждена нелинейность упругопластической работы энергопоглотителя кольцевого типа, причем, при симметричном циклическом режиме нагружения образуются устойчивые петли гистерезиса;
2. Реальная деформативность ЭПК в первом полуцикле превышает расчетную, что должно быть учтено при подборе геометрических параметров;
3. В процессе развития неупругих деформаций значительно изменяются жесткостные характери-

стики энергопоглотителя (для N-кольца в 6.1 раза, для U-кольца в 9.7 раза).

4. Экспериментальные значения полуцикловой энергоемкости для всех типоразмеров колец превосходят расчетные значения;

5. За счет создания зон равного сопротивления в упругопластическую работу вовлекается больший объем металла, что приводит к существенному увеличению энергоемкости кольца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Поляков В. и др., 1989.: Современные методы сейсмозащиты зданий. – М.: Стройиздат. – 320.
2. Корчинский И., Бородин Л., Остриков Г., 1976.: Конструктивные мероприятия, обеспечива-

ющие повышение сохранности каркасов зданий во время землетрясений.// Строительство и архитектура Узбекистана. – №3, 39 – 42.

3. Остриков Г., Максимов Ю., 1985.: Стальные сейсмостойкие каркасы многоэтажных зданий. – Алма-Ата: Казахстан. – 120.

4. А. с. СССР № 754005, 1980.: Каркас сейсмостойкого многоэтажного здания / Новиков В. Л., Остриков Г. М. – БИ №29.

5. Ажермачев Г., Абдурахманов А., 2011.: Работа кольцевого энергопоглотителя при знакопеременном циклическом нагружении.// Сб. науч. тр. «Строительство и техногенная безопасность». – Симферополь: НАПКС. – Вып. 35., 124–131.

6. Agermachev G., Abdurakhmanov A., Menjanov E., 2009. The application of energy absorbers in dynamic systems// MOTROL. - №11A, 59 – 63.

7. Hanson R., 1966.: Comparison of Static and Dynamic Hysteresis Curves/ / Jour. of the Engineering Mechanics Divisions, ASCE. – Vol. 92, № EM5, Paper 4949, October, 76 – 82.

8. Влияние скорости нагружения на несущую способность железобетонных балок., 1976 // Реф. информ. «Сейсмостойкое строительство». – М.: ЦИНИИС. – сер. XIV, вып. 7, 43 – 48.

9. Корчинский И., Ржевский В., 1966.: Исследование прочности железобетонных конструкций при действии нагрузок типа сейсмических// «Бетон и железобетон». – №1, 35 - 42.

10. Ржевский В., Аванесов Г., 1978.: Несущая способность железобетонного каркаса с энергетических позиций при динамическом воздействии.// Реф. информ. «Сейсмостойкое строительство». – М.: ЦИНИИС. – сер. XIV, вып. 2.

11. Адлер Ю. и др., 1976.: Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука. – 226.

12. Долидзе Д., 1975.: Испытания конструкций и сооружений. – М.: Высшая школа. – 252.

13. Меннанов Э., 2010. К вопросу надежности и долговечности сварных соединений строительных конструкций// MOTROL. -№ 12D, 160 – 165.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF RING-TYPE ENERGY ABSORBER BY THE ALTERNATING LOADS

Summary. The results of physical experimental research of ring-type energy absorber with usage of tensiometric equipment are represented in the article. The braced framing's cell that was being loaded by the alternating load was modeled.

Key words: seismic resistance, linkages, deformations, energy absorber, experimental researches

ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ ДИСПЕРГИРОВАНИЕ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ НАГАРООБРАЗОВАНИЯ

Сергей Уминский, Анатолий Яковенко

Одесский государственный аграрный университет
Адрес: Украина, 27037, г. Одесса, ул. Канатная, 99. e-mail: umoshi@mail.ru

Аннотация: Обоснованно и разработана методика использования гидродинамических излучателей для диспергирования дизельных топлив с целью снижения нагарообразования.

Ключевые слова: гидродинамический излучатель, акустическая волна, отражатель, диспергирование, дизельное топливо.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что ультразвуковую обработку дизельных топлив можно использовать в качестве средство борьбы с нагарообразованием [1]. В этой работе сформулированная целесообразность применения ультразвука улучшения показателей, которые характеризуют склонность дизельных топлив к нагарообразованию. Оптимальным режимом ультразвуковой обработки дизельных топлив стоит считать: длительность обработки 15 мин. при частоте 18...20 кГц.

ПРОБЛЕМА ИССЛЕДОВАНИЙ

Применения топлив, обработанных ультразвуком, рекомендуется для снижения интенсивности нагарообразования на деталях цилиндропоршневой группы и в том числе коксованных распылителей форсунок [20, 22, 23].

Цель исследований : разработать топливную систему дизеля с гидродинамическим излучателем диспергирующей камеры

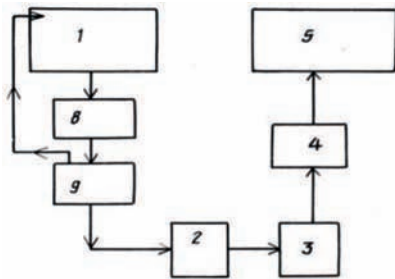


Рис. 1. Структурная схема топливной системы
Fig. 1. Flow diagram of the fuel system

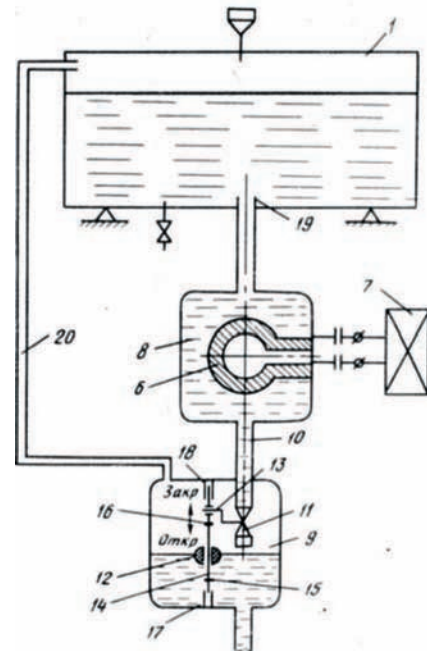


Рис.2. Конструктивная схема устройства
Fig.2. Structural chart of device

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Топливная схема дизеля(рис. 1,2) содержит топливный бак 1, что подкачивает насос 2, фильтр 3 и топливотпрыскивающий насос 4, что подает топливо в дизель 5, которые соединены между собой с помощью трубопроводов. Топливная система содержит также ультразвуковой излучатель 6, связанный с ультразвуковым ударным генератором 7 и установленным между фильтром 3 топливотпрыскивающим насосом 4. Топливная система обеспечена диспергирующей 8 и сборной 9 камерами равного объема. Связанными между собой с помощью соединительного трубопровода 10, а также двухпозиционным краном 11. [3,4,5,6,7,8]. Установленным в соединительном трубопроводе 10 и размещенным в сборной камере в виде поплавка 12, связанного через двух цепной рычаг 13 с двухпозиционным краном 11. Двух цепной рычаг 13 шарнирно соединен с осью 14, на которую свободно установленный

поплавок 12. Движение поплавка 12 вдоль оси 14 ограничивается упорами 15 и 16, а сама ось 14 может перемещаться по направляющей 17 и 18 на расстояние, равная ходу двух цепного рычага 13. Ультразвуковой излучатель 6 установлен в диспергирующей камере 8, которая размещена ниже топливного бака 1 и соединена с ним с помощью трубопровода 19, выведенного выше уровня отстоя в топливном баке 1, а сборная камера 9 расположена ниже диспергирующей камеры 8 и соединена трубкой 20 с воздушной полостью топливного бака 1.

Объем сборной камеры 9 избран равным объему топлива, потребляемого дизелем 5 при максимальной затрате за время диспергирования (не менее 15 мин.).

Устройство работает таким способом.

В начальный момент времени сборная камера 9 полностью заполнена топливом, а поплавок 12, влияя на упор 16, удерживает рычаг 13 двухпозиционного крана 11 в положении "Закрыто".

После запуска дизеля 5 включают, ударный ультразвуковой генератор 7 и топливо в камере 8 начинает диспергироваться. Когда дизель употребит топливо из сборной камеры 9 (приблизительно через 15 мин.), поплавок 12 опускается вниз и, влияя на упор 15, открывает кран 11. Через соединительный трубопровод 10 топливо приходит из диспергирующей камеры 8 в сборную камеру 9, а топливо из топливного бака 1 заполняет высвобождаемую диспергирующую камеру 8. Когда сборная камера 9 заполнится топливом, поплавок 12 поднимается и, влияя на упор 16, закрывает кран 11. Далее цикл повторяется [3, 4, 5, 6, 7, 8].

Таким образом, топливо обрабатывается ультразвуком отдельными порциями непосредственно перед его употреблением дизелем, обеспечивая оптимальное время и высокое качество диспергирования, что позволяет эффективно снижать нагарообразование на деталях цилиндра-поршневой группы и коксования распылителей форсунок, а следовательно, увеличить моторесурс дизеля [3, 4, 5, 6, 7, 8].

Проведено испытание экспериментального образца топливной системы из диспергирующей камеры. При испытаниях применялись дизельное топливо за ДСТУ 305-73. Режим обработки: частота-18-20 кГц; длительность гидродинамического влияния - 15, 30, 45 и 60 мин.

Оценка нагарообразующих свойств топлив, обработанных ультразвуком, выполнялась в лабораторных условиях по следующим показателям качества коксовости 10%-го остатка, содержания смолистых веществ. Кроме того, определялось фракционное соединение, кинематическая вязкость и плотность топлива [3, 4, 5, 6, 7, 8].

Показатели качества дизельного топлива марки, которые характеризуют его нагарообразующие свойства, изменяются в зависимости от време-

ни гидродинамической обработки. Наиболее существенного снижения фактических смол происходит после 15 мин. обработки топлива (с 11,82 по 6,37 мг на 100 мл топлива, то есть на 46%)

При дальнейшем увеличении времени обработки топлива ультразвуком содержание фактических смол растёт, достигая потом 60хв отработывания 9,88мг на 100мл топлива.

Коксовость 10%-го остатка топлива впервые 45 мин обработки практически не изменяется и только при обработке в течение 60 мин. увеличивается с 0,30 до 0,46 т.е. на 533 мест смолистых веществ в первые 15 мин. не изменяется, а при дальнейшем увеличении времени гидродинамической обработки до 45 мин. растёт до 1 потом остается постоянным. Кинематическая вязкость дизельного топлива незначительно растёт из 2,82 сСт до 2,92 сСт при времени обработки 60 мин. Плотность и фракционное соединение практически не изменяются.

Таким способом гидродинамическая обработка дизельных топлив в течении 15 мин. с частотой 18-26 кГц больше всего существенно снижает нагарообразование на деталях цилиндра-поршневой группы и коксования распылителей форсунок и может быть принята оптимальной [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

В итоге, по результатам испытаний можно заключить, что топливная система с диспергирующей камерой может быть использована при модернизации дизелей мобильной агротехники и транспортных средств.

ВЫВОДЫ

Показатели качества дизельного топлива марки, которые характеризуют его нагарообразующие свойства, изменяются в зависимости от времени гидродинамической обработки. Гидродинамическая обработка дизельных топлив в течении 15 мин с частотой 18-26 кГц больше всего существенно снижает нагарообразование на деталях цилиндра-поршневой группы и коксования распылителей форсунок и может быть принята оптимальной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Топилин Г., 2002.: Малогабаритная установка для получения гидродинамически активной смеси.// 1-ая межд. конф. «Энергия из биомассы», 242 – 243.
2. Топилин Г., Тальянker Л., 2005.: Биодизтопливо на основе рапсового масла.// MOTROL. - №5, 23 – 26.
3. Біопалива (технології і обладнання), 2004.:/ В.О. Дубровін, М.О. Корчений, І.П. Масло. – К.:

Енергетика і електрифікація. – 256.

4. Ковалишин С., 2008.: Сировинна база західного регіону України для виробництва біодизеля// MOTROL. – №10А, 220 – 224.

5. Топілін Г., Уминський С., Ніколенко І., 2009.: Розробка гідродинамічного обладнання біодизельного палива в умовах міні цехів// MOTROL. – №11А, 295 – 299.

6. Пат. України № 31463, С10L8/00, 2008.:/ С. Уминський. Гідродинамічна установка для отримання біодизельного палива. – Бюл. №7

7. Топілін Г., Уминський С., 2007.: Розвиток методів та технологічних засобів виробництва біодизельного палива// Аграрний вісник Причорно-мор'я. Зб. наук. пр. Технічні науки. - Вип. 40, 84 – 88.

8. Топілін Г., Уминський С., 2009.: Використання гідродинамічних апаратів у технологічних процесах. – Одеса: ТЕС. – 184.

9. Топілін Г., Уминський С., 2008.: Гідродинамічний апарат для отримання екологічно чистого біодизельного палива// Матеріали 12 міжн. науч. конф. «Удосконалення процесів та обладнання харчових та хімічних виробництв». – Одеса, 119 –121.

10. Topilin G., Uminski S., 2008.: Biodiesel fuel for agricultural manufacture. – ТЕКА Kom. Mot. Energ. Roln. – Vol. VIII, 283 – 287.

11. Топілін Г., Уминський С., 2007.: Использование гидродинамических аппаратов в агропроизводстве// Аграрний вісник Причорно-мор'я. Зб. наук. пр. Технічні науки. – Вип. 40, 64 – 79.

12. Пат. України № 37619С101 5/40, 2008.:/ Уминський С. Універсальна установка для виробництва біодизельного палива. – Бюл. № 23.

13. Перник А., 1966.: Проблемы кавитации. – Л: Строймаш. – 356.

14. Ультразвук/ Мала енциклопедія, 1979.: М.: Радянська енциклопедія. – 460.

15. Фоминский П., 2003.: Роторні генератори. – Черкаси: ОКО-Плюс. – 346.

16. Назаренко А., 1972.: Акустика и ультразвуковая техника. – К.: Техніка. – 367.

17. Бергман Л., 1957.: Ультразвук и его применение в науке и технике. – М: Колос. – 234.

18. Топилин Г., Уминский С. и др., 2007.: Определение параметров гидродинамического излучателя для аграрного оборудования. Аграрний вісник Причорно-мор'я. Зб. наук. пр. Технічні науки. – Вип. 40, 92 – 96.

19. Топилин Г., 2002.: Малогабаритная установка для получения гидродинамически активной смеси бензина с этанолом// 1-ая межд. конф. «Энергия из биомассы», К., 242 – 245

20. Топілін Г., Уминський С. та ін., 2007.: Синтез технології та розробка методики випробувань сумішного бензину// Аграрний вісник Причорно-мор'я. Зб. наук. пр. Технічні науки. - Вип. 40, 129 – 135.

21. Зуев В., Кряжков Г. и др., 1981.: Ультразву-

ковая обработка дизельных топлив как средство борьбы с нагарообразованием. – Науч. тр. Ленинградского с.-х. ин-та. – т. 41, 46 – 50.

22. Topilin G., Uminski S., 2009.: Production of biodiesel fuel for sele-propelled agricultural machinery// ТЕКА Kom. Mot. Energ. Roln. – Vol. IX, 353 – 357.

23. Пришляк В., 2010.: Потенціал ефективності використання біодизелю як моторного палива// MOTROL. – №12С, 138 – 142.

RECEPTION BIODIESEL FUEL FOR MOBILE MACHINERY

Summary. Dialogue is carried out and installation for reception of biodiesel fuel in conditions manyfactory is created.

Key words: hydrodynamical radiator, installation wave, reflector.

МЕТОД ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЯ И ТРАНСМИССИИ

Умер Абдулгазис*, Азиз Абдулгазис*, Михаил Подригало**, Александр Полянский**,
Надежда Подригало**

*Крымский инженерно-педагогический университет

**Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Адрес: Украина, 95015, г. Симферополь, Учебный пер., 8

Аннотация. Предложен метод диагностирования технического состояния двигателя и трансмиссии по величине приведенного к ведущим колесам моменту инерции вращающихся масс.

Ключевые слова: техническое состояние, метод диагностирования трансмиссии, диагностирование двигателя.

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение надежности и функциональной стабильности автомобилей неразрывно связано со своевременным и качественным диагностированием их агрегатов и узлов в эксплуатационных условиях.

В настоящее время диагностирование технического состояния трансмиссии и двигателя автомобиля наиболее точно можно осуществить на стенде с беговыми барабанами, однако для индивидуальных владельцев, это представляет определенную трудность. Бортовые контрольно-диагностические системы в настоящее время устанавливаются на дорогих автомобилях зарубежного производства. Метод выбега автомобиля прост в реализации, но неточен и не позволяет определить причину ухудшения технического состояния машины.

В настоящей статье предложены метод и схема устройства для проведения диагностирования трансмиссии и двигателя с достаточной для оценки технического состояния точностью, не требующие использования стационарного оборудования.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ДОСТИЖЕНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Опыт эксплуатации автомобилей с СССР показал, что методы и средства комплексной диагностики автомобилей являются наиболее эффективным и достоверным источником информации об их техническом состоянии [1,2,3,4,5,6]. Однако реализация метода комплексной диагностики предусматривает наличие стендов с беговым барабаном и многочисленного дополнительного оборудования.

Для оценки технического состояния двигателя и трансмиссии возможны альтернативные, более простые методы, не требующие применения громоздкого стационарного оборудования. К одному из данных методов относится метод выбега, позволяющий оценить техническое состояние трансмиссии и, отчасти, ходовой части автомобиля по длине

свободного выбега автомобиля. Длина свободного выбега автомобилей, по данным работы [1] составляет от 350м до 650м и это затрудняет оценку его изменения, вследствие ухудшения технического состояния машины. Кроме того, метод выбега не позволяет оценить изменение максимальной мощности двигателя вследствие ухудшения его технического состояния.

В последние годы на автомобилях широко используются различного типа бортовые системы диагностирования, однако их нет на автомобилях более ранних годов выпуска. Дополнительная установка бортовых систем контроля и диагностики, пропагандируемая в настоящее время [8] интересна, но требует значительных средств. Диагностирование двигателя предусматривает определение его эффективных, крутящего момента и мощности, что требует установки датчиков крутящего момента и угловой скорости на его выходном валу. Такие решения интересны [9], но их реализация возможна либо на стационарных двигателях, либо на двигателях тракторов или сельхозмашин, имеющих независимый вал отбора мощности (ВОМ). Если тормозить двигатель через ВОМ (как это делают при определении мощности двигателя) то необходимо учитывать потери на трение при передаче крутящего момента от двигателя к хвостовику ВОМ.

Таким образом, представляет интерес разработка метода диагностирования технического состояния трансмиссии и двигателя автомобиля без использования стендов с беговыми барабанами, выбега машины и установки дорогостоящей бортовой контрольно-диагностической аппаратуры.

Для разработки метода диагностирования технического состояния двигателя и трансмиссии целесообразно использовать метод парциальных ускорений [12-15], использование которого позволило решить ряд задач динамики автомобиля и трактора.

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования является разработка метода диагностирования технического состояния двигателя и трансмиссии автомобиля в эксплуатационных условиях. Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать метод определения приведенных к ведущим колесам моментов инерции вращающихся масс трансмиссии и двигателя, а также моментов сухого и вязкого трения в трансмиссии;
- определить эффективные крутящий момент и мощность двигателя.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИВЕДЕННЫХ К ВЕДУЩИМ КОЛЕСАМ МОМЕНТОВ ИНЕРЦИИ И ТРЕНИЯ В ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ

Для проведения измерений необходимо ведущие колеса автомобиля (передние или задние) поднять домкратом и установить под кузов автомобиля опору 3 (рис.1). К оси взвешенных ведущих колес 2 необходимо присоединить датчик угловой скорости 1 (рис.1а). После этого необходимо запустить двигатель и разогнать ведущие колеса до некоторой заданной угловой скорости ω_k . К датчику подключен компьютер, на который подается сигнал ω_k от датчика угловой скорости. Затем двигатель отключается (возможные варианты: прекращение подачи топлива, выключение сцепления или переход на нейтральную передачу в коробке передач). Компьютер с шагом $\Delta t = t_2 - t_1$ снимает с датчика угловой скорости значения скоростей $\omega_{k1}(t_1)$ и $\omega_{k2}(t_2)$. Эти значения дифференцируются в компьютере; при этом получаем значения $\frac{d\omega_{k1}}{dt}$ и $\frac{d\omega_{k2}}{dt}$.

Составляем уравнение динамики вращательного движения при выбеге

$$I_{PP}\dot{\omega}_k = -K_0 - K_1\omega_k, \quad (1)$$

где I_{PP} - приведенный момент инерции трансмиссии автомобиля;

ω_k ; $\dot{\omega}_k$ - угловая скорость и угловое ускорение взвешенных ведущих колес.

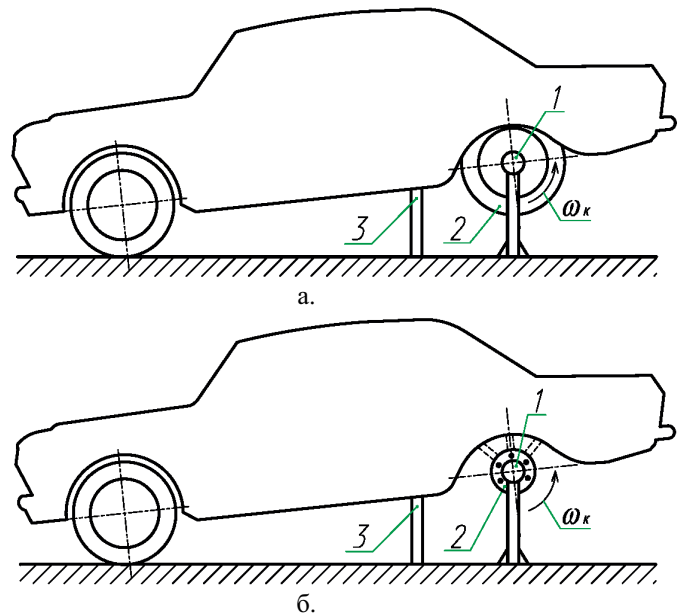


Рис. 1. Схема проведения измерений на автомобиле
1- датчик угловой скорости; 2- колесо автомобиля;
3 – опора; 4 – фланец ступицы колеса; а – с колесами; б – без колес.

Fig. 1. Chart of leadthrough of measurings on the car of 1- sensor of angular; 2- wheel of car; 3 is support; 4 is flange of stupicy of wheel; and – with the ko-forests; á – without wheels.

K_0 - момент сопротивления в трансмиссии, обусловленный силами сухого трения и приведенный к ведущим колесам;

K_1 - коэффициент пропорциональности между моментом вязкого (жидкого) трения в трансмиссии, приведенный к ведущим колесам, и угловой скоростью ведущих колес.

Разделив левую и правую часть (1) на I_{PP} , получим уравнение парциальных ускорений

$$\dot{\omega}_k = -\frac{K_0}{I_{PP}} - \frac{K_1}{I_{PP}}\omega_k. \quad (2)$$

Для моментов времени t_1 и t_2 ($t_2 - t_1 = \Delta t$ - шаг времени).

$$\dot{\omega}_{k1}(t_1) = -\frac{K_0}{I_{PP}} - \frac{K_1}{I_{PP}}\omega_{k1}(t_1), \quad (3)$$

$$\dot{\omega}_{k2}(t_2) = -\frac{K_0}{I_{PP}} - \frac{K_1}{I_{PP}}\omega_{k2}(t_2). \quad (4)$$

Решая систему двух уравнений с двумя неизвестными, определим

$$\frac{K_0}{I_{PP}} = \frac{\omega_{k1}(t_1) \cdot \dot{\omega}_{k2}(t_2) - \dot{\omega}_{k1}(t_1) \cdot \omega_{k2}(t_2)}{\omega_{k2}(t_2) - \omega_{k1}(t_1)} = A_1, \quad (5)$$

$$\frac{K_1}{I_{PP}} = \frac{\dot{\omega}_{k1}(t_1) - \dot{\omega}_{k2}(t_2)}{\omega_{k2}(t_2) - \omega_{k1}(t_1)} = A_2. \quad (6)$$

Получаем массив значений A_1 и A_2 при последовательном попарном составлении и решении уравнений (3) и (4) по формулам (5) и (6). Среднее значение параметров A_1 и A_2

$$\bar{A}_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{1i} \quad (7)$$

$$\bar{A}_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{2i} \quad (8)$$

Число реализаций зависимостей от времени $T_{выб}$ выбега и шага времени Δt

$$n = \frac{T_{выб}}{\Delta t}. \quad (9)$$

Следует отметить, что шаг времени Δt необходимо выбирать таким образом, чтобы в пределах этого шага можно было сделать малые шаги $\Delta \tau$ для численного дифференцирования угловой скорости ω_k . Для того, чтобы разделить параметры K_0 и I_{PP} , а также K_1 и I_{PP} необходимо провести второй цикл выбега трансмиссии автомобиля, но при этом нужно снять ведущие колеса и датчик угловой скорости присоединить непосредственно к оси фланца ведущей полуоси (см. рис.1б). Уравнение (3) и (4) в этом случае примет вид

$$\dot{\omega}'_{k1}(t'_1) = -\frac{K_0}{I_{PP} - I_K} - \frac{K_1}{I_{PP} - I_K} \omega'_{k1}(t'_1), \quad (10)$$

$$\dot{\omega}'_{k2}(t'_2) = -\frac{K_0}{I_{PP} - I_K} - \frac{K_1}{I_{PP} - I_K} \omega'_{k2}(t'_2). \quad (11)$$

где I_K - суммарный момент инерции двух ведущих колес.

Решение уравнений (10) и (11) имеем в виде

$$\frac{K_0}{I_{PP} - I_K} = \frac{\omega'_{k1}(t'_1) \cdot \dot{\omega}'_{k2}(t'_2) - \dot{\omega}'_{k1}(t'_1) \cdot \omega'_{k2}(t'_2)}{\omega'_{k2}(t'_2) - \omega'_{k1}(t'_1)} = B_1, \quad (12)$$

$$\frac{K_1}{I_{PP} - I_K} = \frac{\dot{\omega}'_{k1}(t'_1) - \dot{\omega}'_{k2}(t'_2)}{\omega'_{k2}(t'_2) - \omega'_{k1}(t'_1)} = B_2. \quad (13)$$

Значение I_K можно измерить или взять по справочнику. Составим две системы уравнений

$$\begin{cases} \frac{K_0}{I_{PP}} = A_1; \\ \frac{K_0}{I_{PP} - I_K} = B_1; \end{cases} \quad (14)$$

и

$$\begin{cases} \frac{K_1}{I_{PP}} = A_2; \\ \frac{K_1}{I_{PP} - I_K} = B_2. \end{cases} \quad (15)$$

Решая системы уравнений (14) и (15), определим

$$I_{PP} = \frac{I_K}{1 - \frac{A_1}{B_1}}; \quad (16)$$

$$K_0 = \frac{I_K}{\frac{1}{A_1} - \frac{1}{B_1}}; \quad (17)$$

$$K_1 = A_2 I_{PP} = \frac{A_2 I_K}{1 - \frac{A_1}{B_1}}. \quad (18)$$

Блок – схема алгоритма решения поставленной задачи на компьютере приведена на рис. 2.

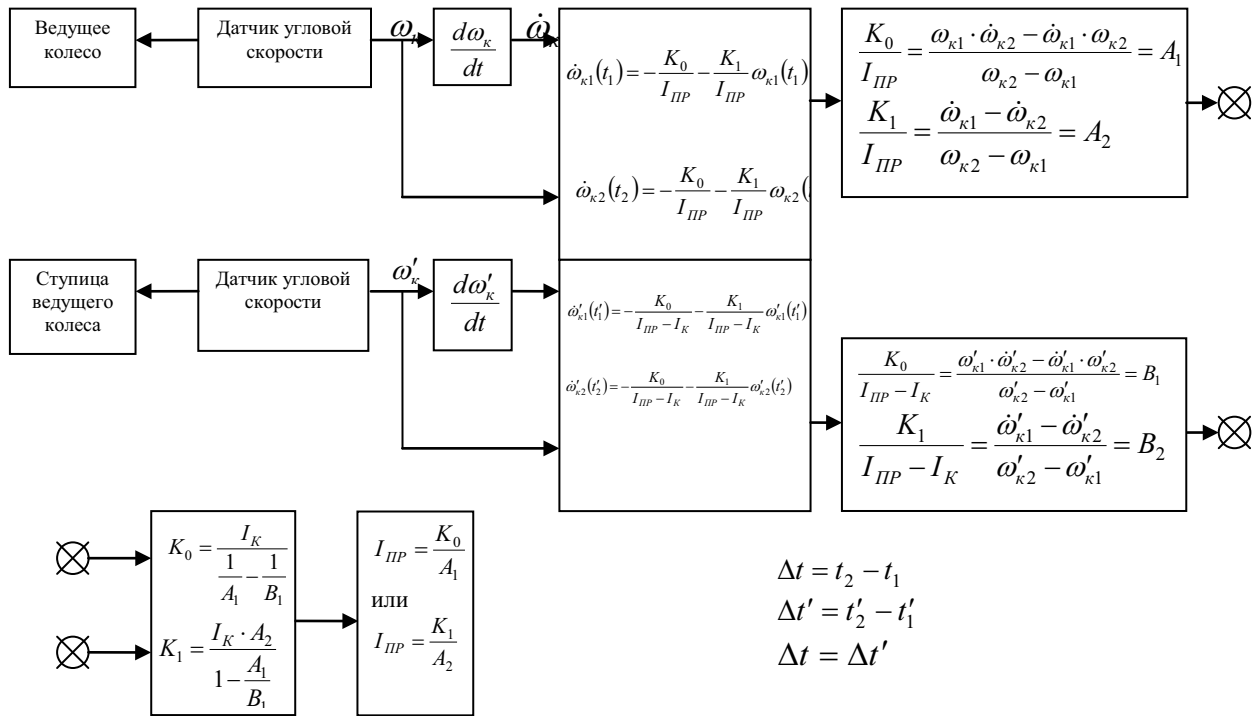


Рис.2. Блок-схема измерения параметров трения в трансмиссии и приведенного момента инерции трансмиссии.
Fig. 2. Flow-chart of measuring parameters of friction in a transmission and resulted moment of inertia of transmission.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА И МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ

Определив параметры $I_{ПП}, K_0, K_1$ можно диагностировать двигатель, определив развиваемые эффективный крутящий момент и эффективную мощность. Для этого составили уравнение динамики разгона ведущих колес при максимальной (до упора педали) подачи топлива.

$$I_{ПП} \dot{\omega}_k = M_e u_0 u_k - K_0 - K_1 \omega_k, \quad (19)$$

где M_e – эффективный крутящий момент двигателя;

u_0 – передаточное число главной передачи;

u_k – передаточное число коробки передач.
Отсюда находим

$$M_e = \frac{I_{ПП} \dot{\omega}_k + K_0 + K_1 \omega_k}{u_0 u_k}. \quad (20)$$

Эффективная мощность двигателя

$$N_e = M_e \omega_e = M_e \omega_k u_0 u_k = I_{ПП} \dot{\omega}_k \omega_k + K_0 \omega_k + K_1 \omega_k^2. \quad (21)$$

Коэффициент полезного действия трансмиссии

$$\eta_{TP} = \frac{I_{ПП} \dot{\omega}_k}{I_{ПП} \dot{\omega}_k + K_0 + K_1 \omega_k} = \frac{1}{1 + \frac{K_0 + K_1 \omega_k}{I_{ПП} \dot{\omega}_k}}. \quad (22)$$

Коэффициент полезного действия трансмиссии S является диагностическим показателем, изменение которого характеризует техническое состояние автомобиля. На рис. 3 приведена блок – схема определения на компьютере эффективных крутящего момента и мощности двигателя.

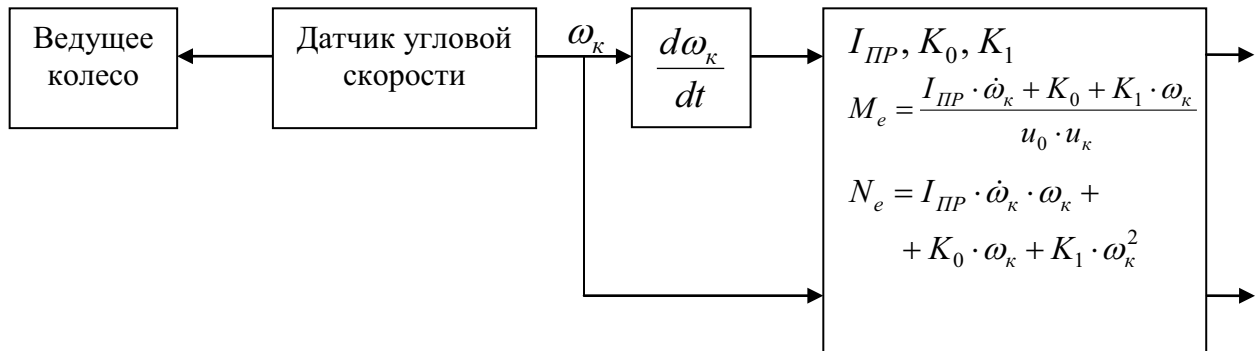


Рис. 3. Блок – схема измерения эффективного крутящего момента и эффективной мощности автомобиля.

Fig. 3. A block is a chart of measuring of effective twisting moment and effective power of car.

ВЫВОДЫ

Предложенный метод позволяет осуществлять диагностирование трансмиссии и двигателя автомобиля в эксплуатационных условиях с высокой точностью без использования стационарных тормозных стендов с беговыми барабанами. При этом определяются приведенный к ведущим колесам момент инерции вращающихся масс двигателя и трансмиссии, а также – приведенные моменты сухого и вязкого трения в трансмиссии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Несвитский Я., 1971.: Техническая эксплуатация автомобилей. – К.: Вища школа. – 428.
2. Крамаренко Г., 1972.: Техническая эксплуатация автомобилей. – М.: Транспорт. – 440.
3. Говорущенко Н., 1990.: Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт. – 135.
4. Говорущенко Н., 1970.: Диагностика технического состояния автомобиля. – М.: Транспорт. – 254.
5. Борц А. и др., 1979.: Диагностика технического состояния автомобиля. – М.: Транспорт. – 158.
6. Фламиш О., 1983.: Диагностика автомобилей/ Пер. с венгерск. – М.: Транспорт. – 206.
7. Plizga K., 2008. Eksploatacja i diagnostyka urzadzen technicznych// MOTROL. – №10A, 150 – 162.
8. Говорущенко Н. и др., 1967.: Основы эксплуатационной диагностики автомобилей. – М.: Харьков: Изд-во ХГУ. – 181.
9. Евсеев П., 2006.: Некоторые вопросы энергетики автомобиля.- К.: Вікон. – 236.
10. Пат. России № 2266527, 2005.: МПК G01L3/24, G01M15/00./ Способ определения мощности двигателя внутреннего сгорания /Щетинин Н. и др. – Бюл. №24.
11. Кривошапов С., 1996.: Оценка автомобиля и коэффициента полезного действия//Вестник

ХГАДТУ. Сб. науч. трудов.- Харьков: ХГАДТУ. – Вып. 4, 12 – 15.

12. Метод парциальных ускорений и его приложения в динамике мобильных машин, 2012.: Артемов Н. и др. – Харьков: Міськдрук. – 220.

13. Метод парциальных ускорений при исследовании динамики мобильных машин, 2011.: / Артемов Н. и др.// Тракторы и сельхозмашины.– №1, 16 – 18.

14. Метод визначення сумарної сили опору руху автомобіля за допомогою датчиків лінійних прискорень, 2010/ Подригало М. и др.// Наукові нотатки ЛНТУ. Міжвузівський зб. – Луцьк. – Вип. 78, 432 – 434.

15. Метрологічне забезпечення динамічних випробувань шляхово-транспортних машин, 2009/ Подригало М. и др.// Вісник ХНТУСГ ім. П Василенка. Тракторна енергетика в рослинництві. – Вип. 89, 87 – 99.

16. Сукач М., Литвиненко І., Бондар Д., 2009.: Система автоматизованого керування та вимірювання параметрів технологічних процесів// MOTROL. – №11A, 186 – 190.

17. Лебедев А., 2010.: Оценка управляемости методом парциальных ускорений// Праці ТДАТУ. Матеріали міжн. наук.-пр. конф. «Моделювання технологічних процесів в АПК». – Мелітополь. – Вип. 10. – Том 7, 65 – 71.

METHOD OF DIAGNOSTICATING OF THE TECHNICAL STATE OF ENGINE AND TRANSMISSION

Summary. The method of diagnosticating of the technical state of engine and transmission is offered on a size resulted to the driving-wheels to the moment of inertia of revolved the masses.

Keywords: technical state, method of diagnosticating of transmission, diagnosticating of engine.

РАБОТА ЛИЦЕВОЙ МЕМБРАНЫ МЕМБРАННОЙ ПОДПОРНОЙ СТЕНКИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УГЛАХ НАКЛОНА

Виталий Морозов

Национальная академия природоохранного и курортного строительства
Адрес: Украина, 95493, г. Симферополь, ул. Киевская, 181. e-mail: www.napks.edu.ua

Аннотация. Одним из перспективных направлений совершенствования конструкций в области подпорных стен является применение мембранных подпорных стен. Автором предложено несколько конструктивных решений мембранных подпорных стен. Представлены результаты численного эксперимента по изучению изменения напряженно-деформированного состояния, в зависимости от угла наклона лицевой мембраны. Определены направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: подпорная стена, лицевая мембрана, угол наклона

ВВЕДЕНИЕ

Известно множество конструктивных решений подпорных стен, которые непрерывно совершенствуются и развиваются. Одним из перспективных направлений совершенствования конструкций в данной области является применение мембранных подпорных стен, основным конструктивным элементом которых являются гибкие мембраны в виде тканых полотнищ, пленок, сеток из синтетических материалов, а так же нетканых геотекстильных материалов.

Применение синтетических материалов в качестве конструкционных для подпорных стен имеет целый ряд преимуществ:

- появляется возможность проектирования подпорных стен значительной высоты и практически любой конфигурации, стены данной конструкции обладают оптимальным соотношением веса и несущей способности;
- обеспечивается быстрая и экономичная транспортировка основных конструктивных элементов подпорной стены;
- сокращается продолжительность строительства вследствие простоты технологического процесса, исключая использование тяжелых строительных механизмов (сваебойного, подъемного), исключаются мокрые процессы на строительной площадке;
- обеспечивается снижение материалоемкости, появляется возможность использования местных грунтов в качестве основного строительного материала;
- не требуется значительное заглубление фундаментов, что облегчает строительство и позволяет в минимальной степени нарушать геологическую структуру нижележащих слоев грунта;
- стены данной конструкции долговечны и экологичны, удобны при строительстве в стесненных условиях, кроме этого они обладают повышенной сейсмической устойчивостью и пониженной

чувствительностью к неравномерным осадкам, что позволяет использовать их при грунтах с низкой несущей способностью.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Несмотря на очевидные преимущества, массовое применение мембранных подпорных стен в нашей стране не происходит. Одной из причин этого является отсутствие надежных, проверенных, имеющих нормативную подоснову, методик расчета. Тем не менее, исследования в этом направлении ведутся достаточно активно как в Украине, так и за рубежом. В работе [2] подробно представлены области применения, конструктивные решения, основы расчета сооружений из армированного грунта, в работе [3] отражены исследования характеристик грунтового массива армированного геоматериалами, методики расчета массивных и тонкостенных конструкций подпорных сооружений рассмотрены в работах [1;9]. В Национальной академии природоохранного и курортного строительства на кафедре Железобетонных конструкций в течение многих лет ведутся научные исследования в области конструкций подпорных стен [10]. Совершенствовались как традиционные конструкции, так и разрабатывались новые конструктивные решения. Автором предложен ряд конструктивных решений мембранных подпорных стен [7;8], которые можно разделить на два основных типа. В подпорных стенах первого типа вертикально расположенные гибкие лицевые мембраны, воспринимают давление грунта и передают усилия на контрфорсы, которые в свою очередь закреплены посредством горизонтальных анкеров, армирующих грунт. Анкера могут быть выполнены из металлических полос, тросов или из того же материала, что и сами мембраны. В подпорных стенах второго типа лицевые мембраны расположены под углом и опираются на контрфорсы рамной конструкции. Одним из недостатков таких подпорных стен, в случае выполнения лицевой

мембраны из тканых синтетических материалов, является возможность её механического повреждения. С целью защиты лицевой мембраны могут выполняться защитные железобетонные экраны, одновременно выполняющие функции придания подпорной стене биопозитивных свойств.

ОБЪЕКТ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Автором проводились теоретические и экспериментальные исследования подпорной стенки первого типа с вертикальным расположением лицевой мембраны [6]. Лицевые мембраны и анкера, армирующие грунт, выполнены из стеклоткани. Лицевая мембрана деформируется под воздействием давления грунта и внешней нагрузки, вследствие чего ее напряженно деформированное состояние изменяется в процессе нагружения. В ходе исследования получены: деформированная схема мембранной подпорной стенки; картины распределения нормальных напряжений в лицевой мембране в вертикальном и горизонтальном направлениях от активного давления грунта и внешней нагрузки. Деформация лицевой мембраны имеет каплевидную форму. В лицевой мембране возникают растягивающие напряжения, как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении практически по всей

площади, что отвечает оптимальной работе материала мембраны. Негативно на работе лицевой мембраны сказываются незначительные сжимающие напряжения, возникающие в верхней части мембраны, которые могут вызвать её нежелательное деформирование.

Предметом исследования, результаты которого представлены в данной работе, является мембранная подпорная стена второго типа, описанного выше. Целью исследования является изучение влияния угла наклона лицевой мембраны на напряженно-деформированное состояние элементов мембранной подпорной стены. Для исследуемой подпорной стены принято следующее конструктивное решение (рис.1). Лицевые мембраны толщиной 1мм из стеклоткани опираются на металлические контрфорсы рамной конструкции. Контрфорсы установлены на фундаментах. Высота стенки 1.2 м, шаг контрфорсов 0.6м. Предусмотрена возможность изменения угла наклона одной из стоек контрфорса, на которую опирается лицевая мембрана. Исследовались подпорные стены с углом наклона лицевой мембраны к вертикальной плоскости в направлении от грунта $\varphi = 22^\circ; 28^\circ; 34^\circ$, где угол наклона $\varphi = 28^\circ$ соответствует углу внутреннего трения грунта засыпки.

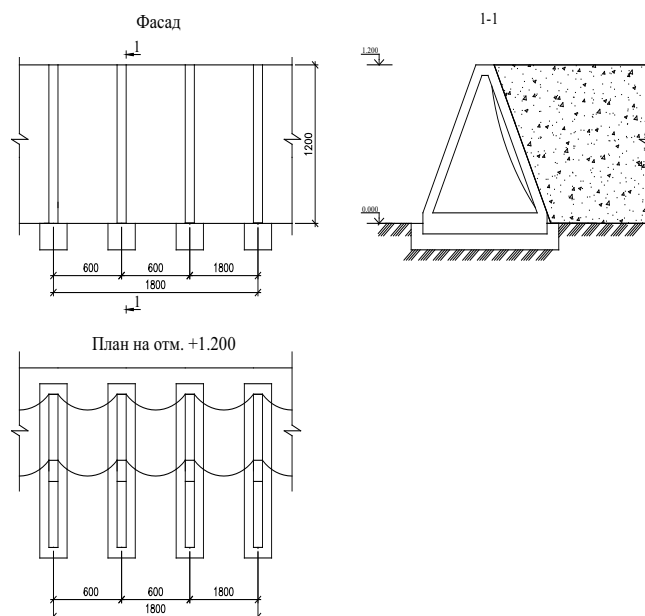
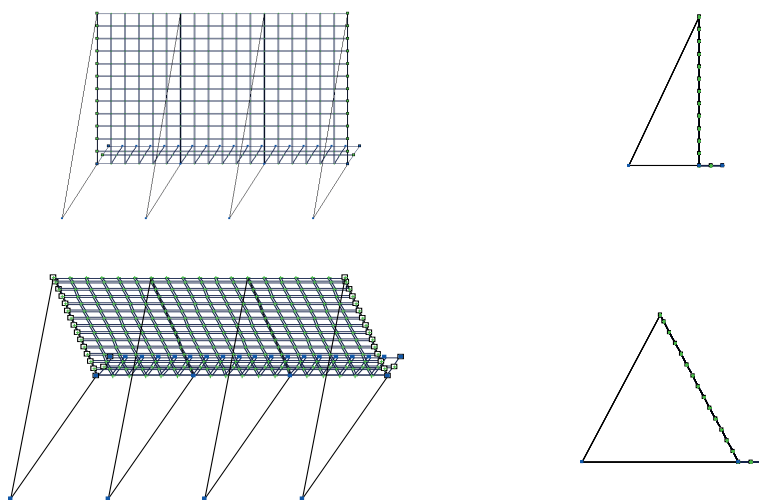


Рис. 1. Конструктивное решение подпорной стенки
Fig. 1. The constructive decision of the retaining wall

а



б

Рис 2. Расчетные схемы подпорных стен: а - с вертикальным расположением лицевой мембраны; б - с расположением лицевой мембраны под углом наклона $\varphi = 28^\circ$

Fig. 2. Structural models of retaining walls: а - with a vertical disposition of an obverse membrane; б - with a disposition of an obverse membrane at the slope $\varphi = 28^\circ$

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для исследований напряженно деформированного состояния лицевой мембраны и характера его изменения был принят программный комплекс «Лира-Windows» версия 9.4 [4;5]. Была создана расчетная схема трех секций подпорной стены рассматриваемой конструкции. На рис.2 представлены расчетные схемы подпорных стен с вертикальным расположением лицевой мембраны (угол наклона лицевой мембраны к вертикальной плоскости в направлении от грунта $\varphi = 0^\circ$) (рис.2а) и с расположением лицевой мембраны под углом наклона $\varphi = 28^\circ$ (рис.2б).

Лицевая мембрана моделировалась плоскими конечными элементами КЭ 341, являющимися геометрически нелинейными элементами, что позволило прикладывать нагрузку поэтапно к уже деформированной схеме. Контрфорс моделировался стержневыми конечными элементами КЭ 10 принятого сечения. Из библиотеки КЭ был выбран элемент одноузловой КЭ 51 и назначен в узлы крепления анкеров и стенки со связью по оси X, моделируя влияние соседних секций мембраны.

В ходе исследования анализировались деформации и характер распределения нормальных напряжений в лицевой мембране стенки в вертикальном и горизонтальном направлениях от активного давления грунта при различных углах наклона лицевой мембраны. На рис.3 представлены дефор-

мированные схемы для исследуемых моделей подпорных стен с вертикальным расположением лицевой мембраны (рис.3а) и с расположением лицевой мембраны под углом наклона $\varphi = 28^\circ$ (рис.3б). Напряжения анализировались в центральной секции лицевой мембраны. На рис.4а представлены нормальные напряжения N_y в вертикальном направлении (вдоль местной оси Y плоских конечных элементов мембраны) у опоры лицевой мембраны.

На рис.4б представлены нормальные напряжения N_y в вертикальном направлении центре лицевой мембраны. На рис.5 представлены нормальные напряжения N_x в горизонтальном направлении (вдоль местной оси X плоских конечных элементов мембраны) в характерных сечениях на расстоянии 0.05; 0.45; 0.85 и 1.150 м по высоте.

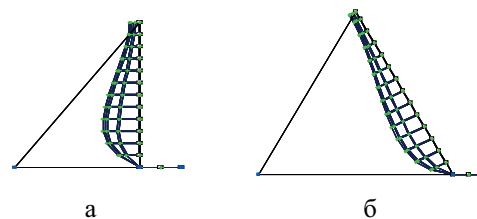


Рис 3. Деформированные схемы подпорных стен: а - с вертикальным расположением лицевой мембраны; б - с расположением лицевой мембраны под углом наклона $\varphi = 28^\circ$

Fig. 3. Deformed structural models of retaining walls: а - with a vertical disposition of an obverse membrane; б - with a disposition of an obverse membrane at the slope $\varphi = 28^\circ$

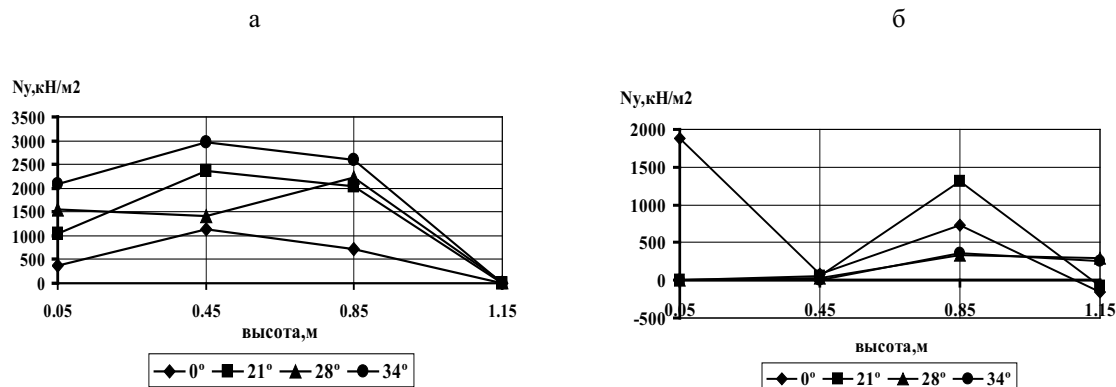


Рис. 4. Вертикальные нормальные напряжения в лицевой мембране при различных углах наклона: а - в сечении у опоры; б - в сечении по центру лицевой мембраны

Fig. 4. Vertical normal stresses in the obverse membrane at various slope: а - in the section at the support; б - in the section on the center of an obverse membrane

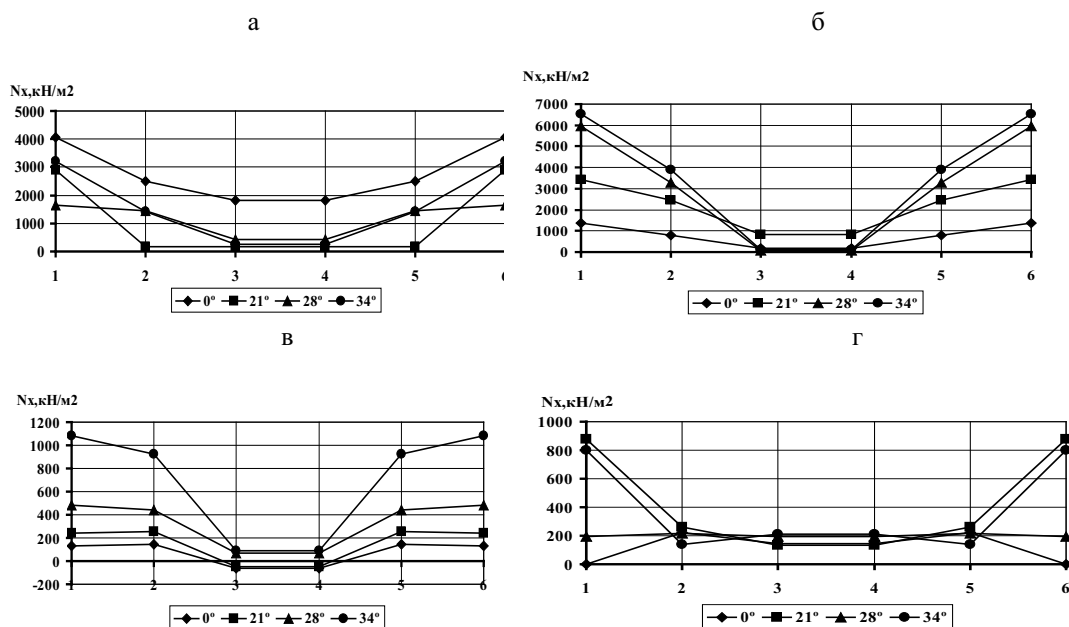


Рис. 5. Горизонтальные нормальные напряжения в лицевой мембране при различных углах наклона: а - в сечении на высоте 0.05м от основания; б - в сечении на высоте 0.45м от основания; в - в сечении на высоте 0.85м от основания; г - в сечении на высоте 1.150м от основания

Fig. 5. Horizontal normal stresses in an obverse membrane at various slope: а - in the section at height 0.05m from the foundation; б - in the section at height 0.45m from the foundation; в - in the section at height 0.85m from the foundation; г - in the section at height 1.150m from the foundation

ВЫВОДЫ

В результате анализа напряженно-деформированного состояния можно сделать следующие выводы:

- при вертикальном расположении лицевой мембраны ($\varphi = 0^\circ$) максимальные напряжения в вертикальном направлении возникают в основании центральной части мембраны, максимальные напряжения в горизонтальном направлении возникают в основании центральной части мембраны в месте

крепления к контрфорсам, в верхней части (сечения на высоте 1.150м от основания стенки) возникают незначительные сжимающие напряжения;

- при различных углах наклона лицевой мембраны деформированная схема сохраняет каплевидную форму;
- с увеличением угла наклона лицевой мембраны растягивающие напряжения в верхней части возрастают как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях, а при угле наклона лицевой мембраны $\varphi = 28^\circ$ не возникают нежелательные сжимающие напряжения;

- в основании стенки с увеличением угла наклона лицевой мембраны растягивающие напряжения в мембране в вертикальном и горизонтальном направлениях снижаются, с незначительной концентрацией у опоры;

- в центральной части мембраны, в сечениях на высоте 0.45м. и 0.85м. с увеличением угла наклона лицевой мембраны растягивающие напряжения в горизонтальном направлении возрастают в месте крепления мембраны к опорам, при угле наклона лицевой мембраны $\varphi = 28^\circ$ напряжения распределяются более равномерно с минимальной концентрацией;

Таким образом, наиболее рациональным углом наклона лицевой мембраны является угол соответствующий углу внутреннего трения грунта за сыпки (в нашем случае $\varphi = 28^\circ$).

Дальнейшие исследования планируется проводить в направлении разработки конструктивных решений крепления лицевой мембраны к контрфорсам и в основании, уменьшающих концентрацию напряжений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бугаева С., 1999.: Обоснование методики расчета тонкостенных конструкций, взаимодействующих с грунтовой средой с учетом упруго-пластических свойств их материалов.// Дис. на соискание уч. ст. канд. техн. наук по специальности 05.23.01 – ОГАСА. – 146.

2. Джоунс К., 1989. Сооружения из армированного грунта, 1989.:/ Пер. с англ. – М.: Стройиздат. – 280.

WORK OF FACIAL MEMBRANE OF DIAPHRAGM RETAINING WALL AT DIFFERENT ANGLES OF SLOPE

Summary. One of perspective directions of perfection of constructions in area of podpornykh sthenes there is application of diaphragm podpornykh sthenes. An author is offer a few structural solutions of diaphragm podpornykh sthe-

3. Друкований М., Матвеев С., Корчевский Б. и др., 1989.: Горизонтально армовані основи під фундаменти будівель. – К. Факт. – 365.

4. ЛИРА 9.4, 2008.: Примеры расчета и проектирования: учеб. пособие. – Боговис В. и др. – К.: Факт. – 208.

5. ЛИРА 9.4., 2008.: Руководство пользователя. Основы: учеб. пособие. – Стрелец-Стрелецкий Е. и др..Б. –К.: Факт. – 164.

6. Морозов В., 2006.: Исследование напряженно-деформированного состояния лицевой мембраны мембранной подпорной стенки.// Мат. 2-ої міжн. наук.-пр. конф. “Сучасні наукові дослідження-2006”. – Дніпропетровськ: Наука і освіта. – т.45, 9 – 16.

7. Морозов В., 2009.: Эффективные конструктивные решения мембранных подпорных стен.// Вісник ОДАБА, Одеса. – Вип. 33, 330 – 333.

8. Пат. України № 12805А, 1993: ЕО2D 29/02. Підпірна стінка/ Тетиор О., Морозов В. – Бюл.№ 14.

9. Корохов В., Чечевич Л., 2011.: К вопросу дефектоскопии пластмассовых изделий.//MOTROL. – №13С, 141 – 148.

10. Руководство по проектированию подпорных стен и стен подвалов для промышленного и гражданского строительства, 1984.:/ ЦНИИПромзданий Госстроя СССР. – М.: Стройиздат. – 117.

11. Тетиор А., РубельА., Лехно А., 1989. Материало- и природосберегающие конструкции зданий и сооружений для Крыма. – К.: УМКВО. – 200.

12. Куликов Г., Казьмина А., Кондратьева Н.,2011. Взаимосвязь предпроектных исследований и характера реконструкции жилища.// MOTROL. - №13С, 145 – 149.

nes. The results of numeral experiment are presented on the study of change of the tense-deformed state, depending on the angle of slope of facial membrane. Directions of further researches are certain.

Key words: retaining wall, facial membrane, angle of slope

СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ СРЕДНЕЙ ЭТАЖНОСТИ

Елена Морозова

Национальная академия природоохранного и курортного строительства
Адрес: Украина, 95493, г. Симферополь, ул. Киевская, 181. e-mail: www.napks.edu.ua

Аннотация. С введением в действие нового нормативного документа по строительству в сейсмических районах площади территорий Украины, являющиеся опасными в сейсмическом отношении, значительно расширились. В ходе реконструкции типовых жилых зданий необходимо обеспечение их сейсмостойкости. В работе выполнена оценка сейсмостойкости типового пятиэтажного здания с надстройкой. Предлагается обеспечивать сейсмостойкость реконструируемого здания методом установки резинометаллических опор в месте опирания надстройки на существующее здание.

Ключевые слова: сейсмостойкость, реконструкция, надстройка, резинометаллическая опора

ВВЕДЕНИЕ

Решение проблем сейсмической безопасности является одной из важнейших задач социально-экономического развития сейсмоактивных регионов [10, 11]. Каждая сейсмическая катастрофа уникальна по своим природным параметрам, социально-экономическим и экологическим последствиям. Уровень катастрофы зависит от многих факторов, главными из которых являются: параметры произошедшего землетрясения; степень сейсмостойкости зданий; возможность возникновения вторичных опасных эффектов (разжижение грунта, цунами, оползни, селевые потоки, изменение дебита и состава водных источников, пожары и выбросы ядовитых веществ); готовность государственных органов к незамедлительным спасательным и восстановительным работам. Игнорировать сейсмическую опасность при рассмотрении перспектив социально-экономического развития государства недопустимо.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Более 120 тыс. км² территории Украины (около 20%) относятся к сейсмически опасным территориям. В них проявляются землетрясения интенсивностью 6-9 баллов по шкале MSK-64. На сейсмоопасных территориях проживает 10,9 млн. человек (около 22% от всего населения страны), в том числе: в зонах 6-бальной сейсмической активности - 7,98 млн. человек (15,5%), 7-бальной - 2,16 млн. человек (4,2%), 8-9 бальной - 0,79 млн. человек (1,5%). Условия современного строительства в сейсмических районах осложняются также наличием опасных геологических процессов (наводнения, оползни, смерчи, карсты и др.). Общая сейсмическая активность Украины характеризуется несколькими сейсмоактивными зонами: Карпатский регион (зона Вранча в Румынии); Крымско-Черноморский регион; Сейсмоактивные зоны юго-запада Восточно-Европейской платформы и дельты Дуная (район

Добруджа). Потенциально-возможные землетрясения интенсивностью от 6 до 9 баллов охватывают АР Крым, Закарпатскую, Черновицкую, Винницкую, Кировоградскую, Львовскую, Одесскую, Тернопольскую и Хмельницкую области Украины.

В связи с введением ДБН В.1.1-12:2006 с 01.02.07 «Строительство в сейсмических районах Украины» возросла актуальность повышения сейсмостойкости зданий и сооружений при их реконструкции. Во-первых, во многих районах повышена расчетная сейсмическая интенсивность на 1 балл (иногда, на 2 балла, например, для Керчи и прилегающих к нему территорий), во-вторых, повышены требования к расчету как при определении сейсмических нагрузок, так и при оценке несущей способности конструкций. Основную массу жилого фонда Украины составляют 5 этажные дома первых массовых серий, которые проектировались и строились без учета антисейсмических мероприятий, либо по заниженным требованиям к сейсмостойкости. Значительная часть этих зданий имеет достаточный запас прочности на воздействие обычных нагрузок, при практически полном моральном износе. В ходе реконструкции таких зданий необходимо рассматривать комплекс вопросов: ликвидацию морального износа; увеличение полезной площади; экономное использование площади застройки; улучшение архитектурной выразительности фасадов; в том числе и обеспечение сейсмостойкости зданий после реконструкции.

Одним из наиболее перспективных методов обеспечения заданной сейсмостойкости здания является использование резинометаллических опор (РМО) для его сейсмоизоляции. РМО – упругий элемент, состоящий из слоев полимерного материала (резины, неопрена и т.д.) и металла. Для предотвращения чрезмерной осадки зданий под нагрузкой от собственного веса опоры выполняют жесткими в вертикальной плоскости. В то же время они обладают малой жесткостью в горизонтальной плоскости (в 100 раз меньше ее жесткости в вертикальной плоскости), чтобы обеспечить возможность упруго-

го бокового перемещения. Упругие свойства резины РМО дает возможность обратного восстановления к первоначальному положению сейсмоизолированного здания при воздействии динамической нагрузки. Основными производителями таких опор на сегодняшний день являются Китай, Франция, Новая Зеландия. Срок службы опоры достигает приблизительно 50 лет.

Первоначально такие опоры нашли широкое применение при конструировании сейсмостойких опор мостов, а затем с некоторой доработкой стали применяться и для сейсмоизоляции зданий. Обычно РМО используются для сейсмоизоляции вновь возводимых зданий. Их устанавливают между несущими конструкциями здания и фундаментом. Здания на РМО получили широкое распространение за рубежом: в Японии, Англии, Франции, США, Новой Зеландии.

Известны примеры применения РМО при реконструкции зданий. В работе [8] описан способ повышения сейсмостойкости реконструируемого здания, являющегося объектом незавершенного строительства. Необходимость повышения сейсмостойкости связана с изменением расчетной сейсмичности площадки строительства за время приостановки строительства и несоответствием проектных решений требованиям сейсмостойкости. Обеспечение необходимого уровня сейсмостойкости реконструируемого здания достигается за счет ряда конструктивных мероприятий, а именно: разделения сложного в плане здания вертикальными антисейсмическими швами на отдельные блоки; организации горизонтального антисейсмического шва между надземной и подземной частью здания; устройства антисейсмического монолитного железобетонного пояса по стенам подвала под перекрытием; создание жесткой горизонтальной платформы, образованной непрерывным опорным ростверком и монолитной плитой перекрытия на нулевой отметке, служащей опорой для надземной части здания; установки сейсмоизолирующих резинометаллических опор в уровне подвала под антисейсмическим монолитным железобетонным поясом, опирающихся на новые фундаменты; частичное усиление наземных конструкций. Проведение перечисленных мероприятий позволило снизить нагрузки на наземные конструкции в 1,5-3 раза, тем самым уменьшив объем работ по усилению наземных конструкций.

Описанный выше метод также был использован при реконструкции Государственного концертного зала (ГКЗ) в Грозном [6], возведенного в 1952-1958 гг и разрушенного в результате военных действий. Здание ГКЗ 1-4 этажное, кирпичное, в плане имеет форму прямоугольника и состоит из двух блоков разделенных антисейсмическим швом. Сейсмозащита здания осуществлялась путем установки надземной части на резинометаллические сей-

смоизолирующие опоры китайской фирмы «Shantou Vibro Tech Industrial and Development Co Ltd. (VIBRO)» и отделения надземных конструкций от подземных горизонтальным антисейсмическим швом. По РМО устраиваются монолитные железобетонные перекрестные балки, служащие жесткой платформой для надземных конструкций. Резинометаллические изоляторы установлены для снижения горизонтальных сейсмических нагрузок на надфундаментные конструкции здания при помощи податливого соединения между надфундаментными конструкциями и непосредственно фундаментом и обеспечения демпфирующей способности сейсмоизолирующей опоры. Применение системы сейсмоизоляции позволило снизить расчетные сейсмические нагрузки и обеспечить сейсмостойкость надфундаментной части здания с выполнением минимальных конструктивных мероприятий по усилению.

При реконструкции существующего здания Центрального банка, построенного в 1934 г. в Иркутске [9] были применены резинометаллические опоры выпускаемые фирмой «VIBRO-TECH» (г. Шантоу). Реконструируемое здание включает 3-4 существующих этажа. Целью реконструкции является обеспечение сейсмостойкости здания, а также перепланировка помещений и надстройка 1-2 этажей. Необходимый уровень сейсмостойкости обеспечивается за счет установки сейсмоизолирующих резинометаллических опор под всеми стенами, столбами и колоннами в уровне цокольного этажа, что обеспечило снижение сейсмичности надземной части здания на 1-2 балла по сравнению с сейсмичностью площадки строительства.

Необходимо отметить, что устройство системы сейсмоизоляции реконструируемых зданий в описанных выше конструктивных решениях требует большого количества РМО (порядка 70-80 под каждым блоком здания) и относится к сложным работам. Требуется значительный объем земляных, демонтажных, монолитных работ и работ по устройству инженерных коммуникаций с гибкими вставками в уровне горизонтального антисейсмического шва. Кроме этого надстраиваемые этажи жестко крепятся к существующим конструкциям реконструируемого здания и передают на них дополнительные вертикальные нагрузки, что соответственно увеличивает сейсмические воздействия на существующее здание и снижает его сейсмостойкость. Всё это значительно усложняет конструкцию реконструируемого здания и повышает трудоёмкость и стоимость реконструкции.

ОБЪЕКТ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

В Национальной академии природоохранного и курортного строительства запатентовано конструктивное решение сейсмостойкого реконструируемого здания [5], согласно которому сейсмоизо-

лирующие резинометаллические опоры установлены в месте опирания стоек каркаса надстройки на несущие стены существующего здания. Таким образом, реконструируемое здание содержит ограниченное количество сейсмоизолирующих РМО, которые просто устанавливаются и легко могут быть заменены в ходе эксплуатации, что снижает трудоемкость и стоимость реконструкции на 15-20% по сравнению с другими способами обеспечения сейсмостойкости реконструируемых зданий. Надстройка обладает повышенной деформативностью в горизонтальном направлении, что ведет к снижению уровня дополнительного сейсмического воздействия на существующее здание на 50-75%. В случае резонансных колебаний, надстройка включается в совместную работу с существующим зданием и выполняет роль гасителя колебаний для существующего здания, так как обладает динамическими характеристиками отличными от динамических характеристик существующего здания.

Объектом исследования, результаты которого приведены в настоящей работе является стандартная секция пятиэтажного жилого здания. Габаритные размеры в осях здания в плане 12x16,4 м. Высота этажей 3 м. Конструктивная схема – здание с продольными несущими стенами. Стены выполнены из крупных блоков альминского камня – наружные толщиной 0.51м, внутренние – 0.4м. Перегородки – гипсобетонные межкомнатные толщиной 0.12м. Фундамент ленточный из сборных железобетонных блоков. Перекрытия здания выполнены из

многопустотных железобетонных плит толщиной 220 мм.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование напряженно-деформированного состояния основных несущих конструкций и оценка сейсмостойкости здания выполнялась методом численного эксперимента с применением программного комплекса «Лира-Windows», версия 9.6 [3,4]. Была создана пространственная расчетная схема секции здания (рис.1а) с использованием плоского прямоугольного конечного элемента КЭ-41 (пластина). В качестве исходных данных были приняты следующие характеристики кладки из крупных блоков альминского камня: марка блока 200, марка 75; прочность на осевое растяжение $R_t=0,08\text{МПа}$; сопротивление кладки сжатию $R=4,9\text{МПа}$; $\mu=0,1$; $E=5,39\text{МПа}$ [7]. Исследовались напряжения в продольных несущих стенах для основного расчетного сочетаний нагрузок (РСН), включающего постоянные; временные длительные и кратковременные нагрузки на перекрытия; кратковременную снеговую нагрузку на покрытие [2] и для особого (аварийного) РСН где в качестве особой принята сейсмическая нагрузка интенсивностью 7, 8 и 9 баллов [1]. Для анализа напряженно-деформированного состояния основных несущих конструкций и оценки сейсмостойкости из пространственной расчетной схемы был выделен фрагмент с наиболее нагруженным узким простенком (рис.1б).

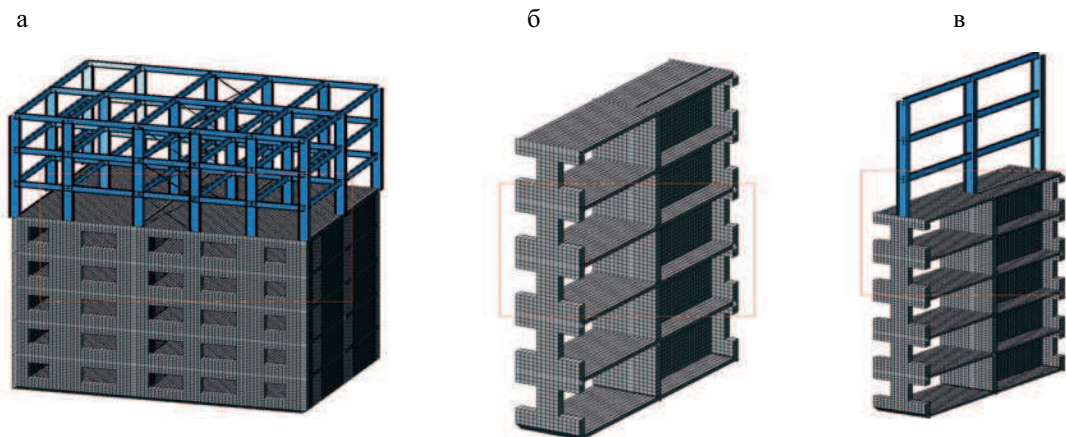


Рис.1. Расчетные схемы реконструируемого здания: а - пространственная расчетная модель здания; б - исследуемый фрагмент реконструируемого здания; в - исследуемый фрагмент здания с надстройкой

Fig.1. The structural model of the reconstructed building: а - spatial structural model of the building; б - an investigated fragment of the reconstructed building; в - an investigated fragment of the reconstructed building with a superstructure

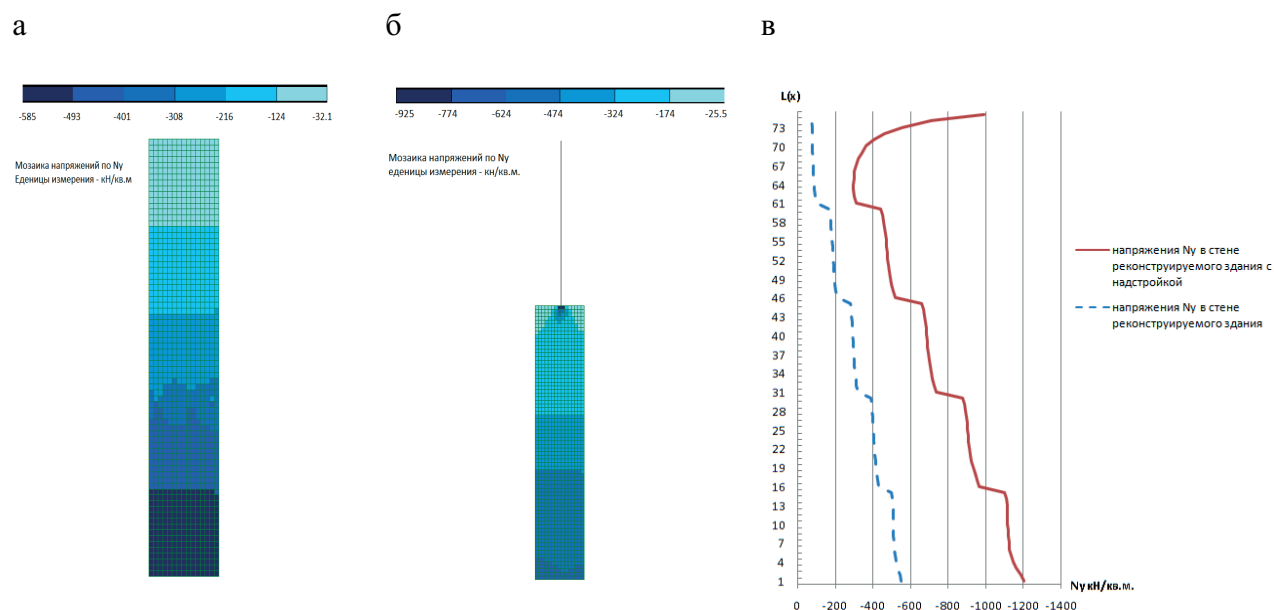


Рис.2. Распределение напряжений во внутренней продольной несущей стене реконструируемого здания при действии основного РСН: а - изополя нормальных напряжений N_y в стене реконструируемого здания; б - изополя нормальных напряжений N_y в стене реконструируемого здания с надстройкой; в - график изменения нормальных напряжений N_y в стене реконструируемого здания

Fig.2. Distribution of stresses in the interior longitudinal load bearing wall of the reconstructed building at action of basic DCL: а - isofields of normal stresses N_y in the wall of the reconstructed building; б - isofields of normal stresses N_y in the wall of the reconstructed building with a superstructure; в - the graph of change of normal stresses N_y in the wall of the reconstructed building

При действии основных РСН максимальные сжимающие напряжения возникают во внутренней продольной несущей стене здания и составляют менее 15% от расчетного сопротивления сжатию материала стены (рис.2). Таким образом, существует возможность надстройки существующего здания с опиранием несущих конструкций надстройки на продольные стены реконструируемого здания. С целью снижения дополнительной нагрузки на реконструируемое здание каркас надстройки выполнен из легких металлических конструкций, перекрытия комбинированные с профилированным настилом в качестве несъемной опалубки, наружное стеновое заполнение из легковесных блоков с наружным эффективным утеплителем. Надстройка выполнена с двумя эксплуатируемыми жилыми этажами, что позволит увеличить полезную площадь здания на 40% (рис.2в). Максимальные сжимающие напряжения во внутренней продольной несущей стене здания с надстройкой, при действии основных РСН, составляют около 30% от несущей способности. Значительный запас прочности объясняется тем, что не оценивалась несущая способность основания.

Для оценки сейсмостойкости существующего здания анализировались напряжения в наружных продольных стенах при особом РСН (рис.3). При сейсмическом воздействии интенсивностью 7 баллов растягивающие напряжения в стенах здания не

возникают, максимальные сжимающие напряжения не превышают расчетного сопротивления сжатию кладки из крупных блоков. При сейсмическом воздействии интенсивностью 8 баллов возникают растягивающие напряжения в стене здания, при этом значения как сжимающих, так и растягивающих напряжений не превышают соответствующих расчетных сопротивлений. Сейсмостойкость здания, описанной выше конструкции, можно считать обеспеченной. При сейсмическом воздействии интенсивностью 9 баллов возникающие растягивающие напряжения в стене здания превышают расчетное сопротивление растяжению кладки из крупных блоков следовательно, сейсмостойкость здания недостаточна.

Для оценки сейсмостойкости здания с надстройкой анализировались напряжения в наружных продольных стенах при особом РСН (рис.4). При сейсмическом воздействии интенсивностью 7 баллов растягивающие напряжения в стенах здания не возникают, максимальные сжимающие напряжения не превышают расчетного сопротивления сжатию кладки из крупных блоков. При сейсмическом воздействии интенсивностью 8 баллов возникают растягивающие напряжения в стене в месте опирания надстройки на здание, которые на 25% превышают расчетное сопротивление растяжению кладки из крупных блоков. Сжимающие напряжения в этом же месте достигают значений расчетных сопротивлений сжа-

тию. При сейсмическом воздействии интенсивностью 9 баллов возникающие растягивающие напряжения в стене здания превышают расчетное сопротивление растяжению кладки из крупных блоков более чем в 3 раза. Сжимающие напряжения на

50% выше расчетных сопротивлений сжатию. Таким образом, при возведении надстройки сейсмостойкость реконструируемого здания снижается и при сейсмическом воздействии интенсивностью 8 сейсмостойкость здания недостаточна.

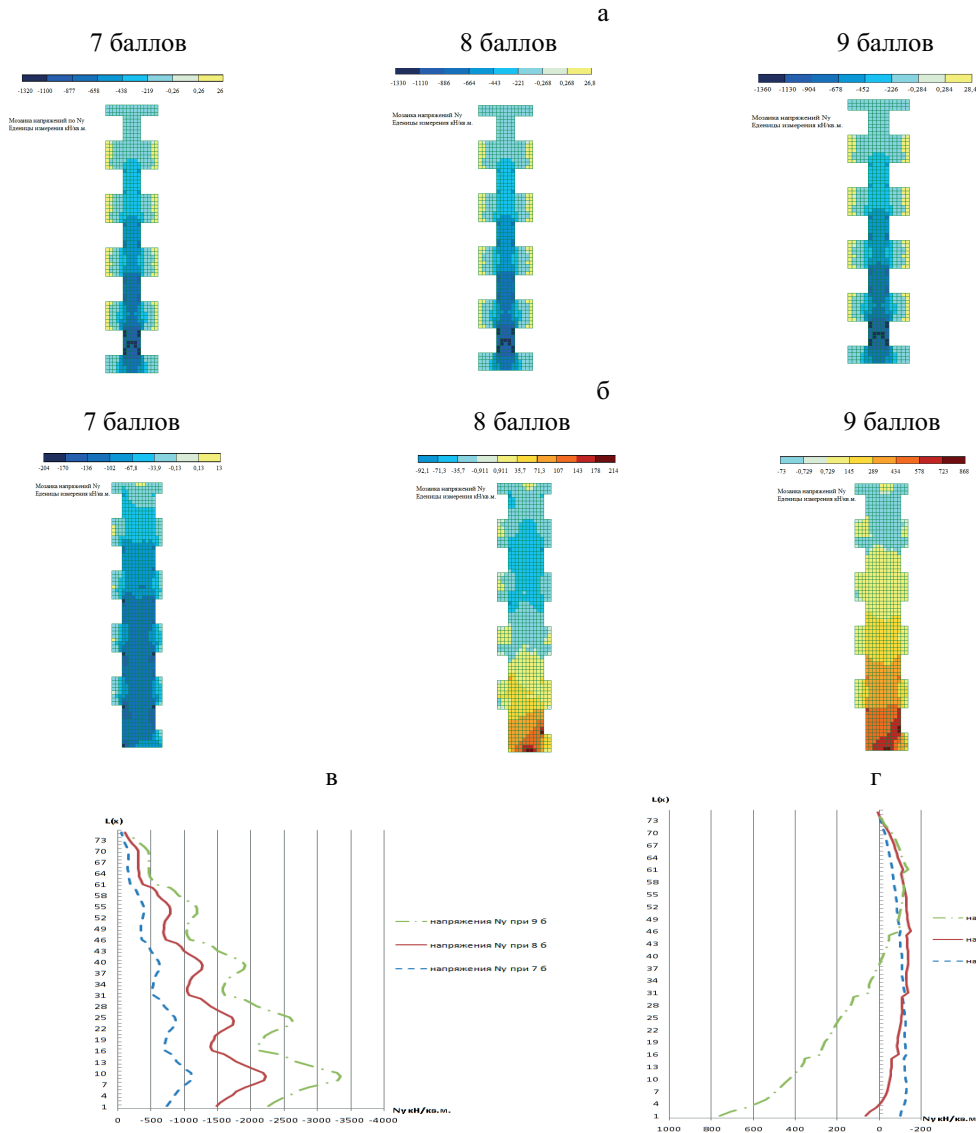


Рис.3. Распределение напряжений в наружных продольных несущих стенах реконструируемого здания при действии особого РСН: а - изополя нормальных напряжений N_y в сжатой стене реконструируемого здания; б - изополя нормальных напряжений N_y в растянутой стене реконструируемого здания; в - график изменения нормальных напряжений N_y в сжатой стене реконструируемого здания; г - график изменения нормальных напряжений N_y в растянутой стене реконструируемого здания

Fig.3. Distribution of stresses in exterior longitudinal load bearing walls of the reconstructed building at action of special DCL: а - isofields of normal stresses N_y in the compressed wall of the reconstructed building; б - isofields of normal stresses N_y in the stretched wall of the reconstructed building; в - the graph of change of normal stresses N_y in the compressed wall of the reconstructed building; г - the graph of change of normal stresses N_y in the stretched wall of the reconstructed building

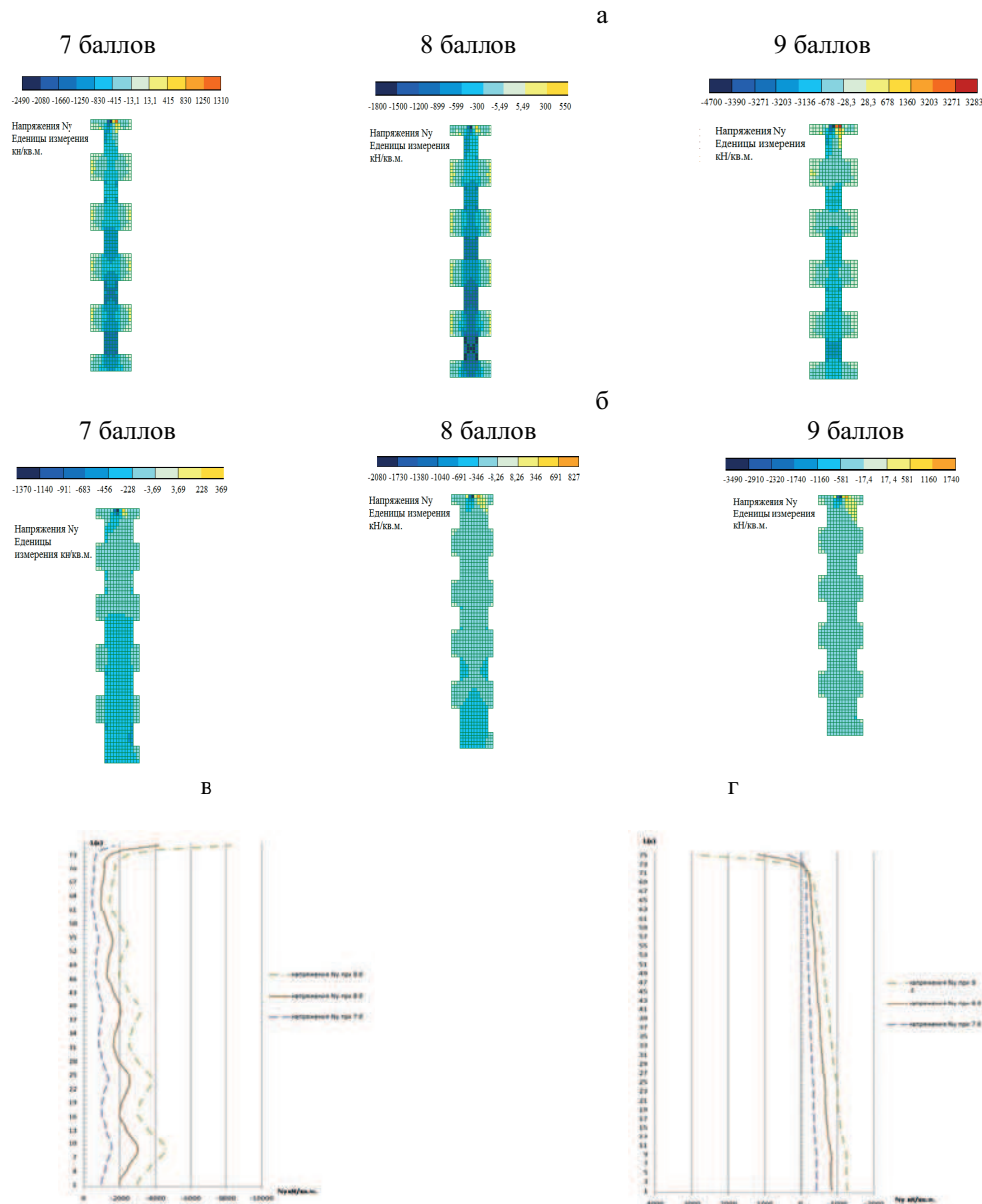


Рис.4. Распределение напряжений в наружных продольных несущих стенах реконструируемого здания с надстройкой при действии особого РСН: а - изополя нормальных напряжений N_y в сжатой стене реконструируемого здания с надстройкой; б - изополя нормальных напряжений N_y в растянутой стене реконструируемого здания с надстройкой; в - график изменения нормальных напряжений N_y в сжатой стене реконструируемого здания с надстройкой; г - график изменения нормальных напряжений N_y в растянутой стене реконструируемого здания с надстройкой

Fig.4. Distribution of stresses in external longitudinal load bearing walls of the reconstructed building with a superstructure at action of special DCL: а - isofields of normal stresses N_y in the compressed wall of the reconstructed building with a superstructure; б - isofields of normal stresses N_y in the stretched wall of the reconstructed building with a superstructure; the graph of change of normal stresses N_y in the compressed wall of the reconstructed building with a superstructure; г - the graph of change of normal stresses N_y in the stretched wall of the reconstructed building with a superstructure

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- Значительный запас прочности материала несущих конструкций типовых жилых зданий со стена-

ми из крупных блоков пильного известняка на действие основных сочетаний нагрузок создает возможность надстройки таких зданий, с опиранием каркаса надстройки на несущие стены реконструируемого здания. Полезная площадь здания может быть увеличена на 40-60% (без учета дефектов не-

сущих конструкций и несущей способности основания);

- Надстройка здания таким способом снижает сейсмостойкость реконструируемого здания;

- Эффективным способом повышения сейсмостойкости зданий, реконструируемых методом надстройки, является установка резинометаллических сейсмоизолирующих опор.

Планируются дальнейшие исследования по определению наиболее эффективного способа установки РМО. Предлагается оценить следующие способы установки: РМО устанавливаются в стене реконструируемого здания между фундаментом и надземной частью; РМО устанавливаются в месте опирания стоек каркаса надстройки на стены реконструируемого здания. Планируется выполнить оценку сейсмостойкости здания с надстройкой для предложенных способов на основе анализа динамических характеристик и напряженно-деформированного состояния несущих конструкций здания и надстройки, а также трудоемкости и стоимости способов сейсмоизоляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.1-12:2006.: Строительство в сейсмических районах Украины. Нормы проектирования. – К.: ГП «Укрархбудинформ». – 84.
2. ДБН В.1.2-2:2006.: Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования. – К.: Минстрой Украины, 2006г. – 78 с.
3. ЛИРА 9.4. Примеры расчета и проектирования. Учебное пособие. Боговис В.Е., Гензерский Ю.Д., Гераймович Ю.Д., Куценко А.Н., Марченко Д.В., Медведко Д.В., Слободян Я.Е., Титок В.П. – К.: «Факт», 2008. – 208 с.
4. ЛИРА 9.4., 2004.: Руководство пользователя. Основы.: учебное пособие. Стрелец-Стрелецкий Е. и др. – К.: Факт. – 164.
5. Пат. України №56415, Е04Н 9/02, 2011.: Сейсмостійка будівля, яка реконструюється/ Ажермачов Г., Морозова О. – Бюл. №12.
6. Сейсмоусиление государственного концертного зала в г. Грозном, 2009.: / Смирнов В., Акбиев Р., Чубаков М. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. №3, 55 – 62.
7. СНиП П-22-81, 1983.: Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования. – М.: Стройиздат. – 40.
8. Технология сейсмоусиления объектов незавершенного строительства (на примере республики Алтай), 2006.: / Акбиев Р., Сутырин Ю., Вайдуров А. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – №2, 37 – 41.
9. Эффективные системы сейсмоизоляции. Исследование проектирование, строительство, 2002.: / Айзенберг Я., Смирнов В., Бычков С., Су-

тырин Ю. // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – №1, 31 – 37.

10. Куликов Г., Казьмина А., Кондратьева Н., 2011. Взаимосвязь предпроектных исследований и характера реконструкции жилища. // MOTROL. – №13С, 145 – 149.

11. Морозова Е., 2009.: Обеспечение сейсмостойкости системы «здание-надстройка» // MOTROL. – №11А, 149 – 153.

EARTHQUAKE FIRMNESS OF THE RECONSTRUCTED BUILDINGS OF MIDDLE FLOOR

Summary. With introduction to the action of new normative document on building in seismic districts the areas of territories of Ukraine, being dangerous in a seismic relation, broadened considerably. During reconstruction of model dwellings buildings providing of their earthquake firmness is needed. The estimation of earthquake firmness of model four floor building is in-process executed with building on. It is suggested to provide earthquake firmness of the reconstructed building of setting of rubber and metallic supports a method in a place

Key words: earthquake firmness, reconstruction, building on, rubber and metallic support

АНАЛИЗ РЕАЛЬНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В ЖИЛИЩНОМ ФОНДЕ

Людмила Зайченко, Инна Синежук

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры
Адрес: 86123, Украина, Донецкая область, Макеевка, ул.Державина, 2, e-mail:ljusik@matrixhome.net

Аннотация. Рассмотрены основные факторы, влияющие на формирование норм водопотребления. Приведен сравнительный анализ действующих нормативов с реальным водопотреблением в населенном пункте.

Ключевые слова: степень благоустройства, водопотребление, реальные нормы водопотребления.

ВВЕДЕНИЕ

В водохозяйственном комплексе – важном элементе инфраструктуры города, от которого зависит его развитие, должна реализовываться концепция экономии и рационального использования водных ресурсов или снижения удельного расхода природной и питьевой воды различными группами потребителей [1,18]. Это достигается за счет сокращения потерь воды, повторного и оборотного ее использования, рационального использования вторичных водных ресурсов, создания маловодных и безводных технологий, приближения удельного расхода воды к технологически необходимому, создания экономического механизма, направленного на экономию воды и охрану природы.

Внутренние водопроводы холодной и горячей воды составляют значительную часть водохозяйственного комплекса, где в основном и формируется водопотребление. Удельное водопотребление в жилом секторе больших городов (включая здания культурно-бытового назначения) составляет 300-400 л/сут.-чел., что значительно выше проектных и социальных (235 л/сут.-чел.) норм [5]. Это свидетельствует о значительных потерях воды в системе.

Одной из главных задач в процессе производства, подачи, распределения питьевой воды является правильное определение уровня рационального использования ее каждой категорией потребителей. Эта задача теснейшим образом связана с проблемами устранения потерь воды, так и в более широком плане — с проблемами проектирования и эксплуатации систем коммунального водоснабжения с учетом принципов водосбережения.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Концепция сокращения потерь в жилом секторе заключается в снижении удельного потребления питьевой воды на одного жителя города за счет уменьшения потерь и приближения расхода к технологически необходимому (потребности в воде) при обеспечении бесперебойности подачи воды потребителям, сохранении комфорта проживания

и высоких санитарно-гигиенических условий в квартире, доме, микрорайоне.

Для снижения потерь воды в жилищном фонде требуется:

- установить обоснованные в технико-экономическом отношении критерии рациональности использования воды населением;
- организовать учет и контроль водопотребления для систематической проверки его соответствия установленным критериям;
- регулярно осуществлять организационно-технические мероприятия, направленные на устранение причин, вызвавших или могущих вызвать перерасход воды по сравнению с установленными критериями рациональности.

Водопотребление зависит от большого числа взаимосвязанных факторов: вида потребителя, санитарно-технического оборудования, числа потребителей, этажности застройки, давления в системе, схемы и уровня эксплуатации системы и т.д. Основными составляющими, влияющими на формирование норм водопотребления, являются:

- технологическая потребность в воде. Она реализуется через включение водоразборных точек (приборов) внутреннего водопровода в определенные периоды суток;
- социальная потребность в воде человека, проживающего в современном благоустроенном здании, которая составляет 111 л/чел в сутки. Хозяйственно-гигиеническая потребность в воде составляет 75,6 л/чел в сутки. Социальные факторы (отношение к воде, уровень жизни, социальное положение, образование, возраст человека, заселенность и благоустройство квартир, цена на воду, наличие или отсутствие ее расхода и т.д.) могут изменить хозяйственно-гигиеническую потребность в воде на 30-40 %;
- утечки воды – потери, обусловленные продолжительным истечением воды через нарушения герметичности в элементах водопровода [19,20]. Величина утечек зависит от количества мест повреждений, их сечения, давления перед местом утечки. В процессе длительной эксплуатации вели-

чина утечки возрастает, что связано с износом оборудования и трубопроводов;

- нерациональные расходы воды, которые зависят от совершенства водоразборной арматуры (подача воды только в те периоды, когда она необходима), избыточного давления перед арматурой. Нерациональные расходы во времени совпадают с технологическим водопотреблением и изменяются незначительно в процессе эксплуатации [7];

- сливы воды, которые обусловлены нарушением технологических режимов нагрева, подготовки, хранения воды и предшествуют по времени проведению технологических процедур.

На данный момент разработано несколько методик определения норм водопотребления, каждая из которых выдвигает свой принцип в формировании норматива водопотребления, учитывая различные факторы, в той или иной степени влияющие на водопотребление населением [11,12]. При этом все склоняются к тому, что методика определения расчетных расходов, отвечающая современной концепции, должна выделять технологическую потребность (полезные расходы) и потери воды, которые складываются из утечек, нерациональных расходов и сливов.

Целью работы является определение реальных норм водопотребления зданий с различной степенью благоустройства в жилищном фонде.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

В работе рассмотрены вопросы реального водопотребления для г. Дебальцево. Представлена методика разработки нормативов питьевого водоснабжения для населения, утвержденная приказом Госжилкоммухоза [2,3,4].

Выполнен анализ существующего водопотребления для населения города Дебальцево.

При расчете норм питьевого водоснабжения в соответствии с требованиями "Методики" необходимо учитывать:

- район и условия проживания абонентов (степень благоустройства домов, влияние климатических и экологических факторов);

- степень оборудования домов и отдельных квартир средствами учета потребления питьевой воды;

- действующие нормы водоснабжения, установленные в данном населенном пункте;

- наличие утвержденных местным органом самоуправления графиков подачи холодной и горячей воды;

- объемы воды, фактически потребленной населением за три предыдущих года;

- численность постоянного населения города.

Нормативы питьевого водоснабжения для всех домов разного вида благоустройства определялись при помощи водосчетчиков, поверенных в установленном порядке. Измерением были охвачены наиболее характерные дома в разных районах города с различной их отдаленностью от насосных станций. Обработка полученного массива данных для каждого вида благоустройства жилья осуществлялась с помощью методов математической статистики [8-10].

Анализ водопотребления в жилых зданиях с разной степенью благоустройства (при отсутствии водомеров) в г. Дебальцево показал, что реальное потребление воды выше нормативных величин, что свидетельствует о нерациональном водопотреблении и значительных потерях воды в водопроводных сетях для зданий с различными нормами водопотребления (рис. 1):

1 – жилые дома с водопроводом и местной канализацией (выгребом) с ваннами и водонагревателями на твердом топливе (действующая норма - 150 л/сутки на 1 чел.);

2 – жилые дома с водопроводом и местной канализацией (выгребом) с ваннами и газовыми водонагревателями (действующая норма - 190 л/сутки на 1 чел.);

3 – жилые дома с водопроводом, канализацией, оборудованные умывальниками, мойками и душами при отсутствии подачи горячей воды (подогрев) (действующая норма - 250 л/сутки на 1 чел.);

4 – общежития (действующая норма - 35 л/сутки на 1 чел.);

5 – то же, при отсутствии подачи горячей воды (действующая норма - 85 л/сутки на 1 чел.).

Установка квартирных счетчиков воды обеспечивает снижение реального водопотребления в сравнении с нормативным (рис. 2).

Выполнено сравнение нормативных показателей с реальными расходами воды единичным потребителем в зависимости от количества жильцов в квартире, которое показывает, что с увеличением количества проживающих в одной квартире водопотребление снижается (рис. 3).

Несоответствие показателей общедомовых счетчиков воды с суммарными значениями показателей внутриквартирных счетчиков свидетельствует о неудовлетворительном состоянии внутридомовой водопроводной сети [13-16].

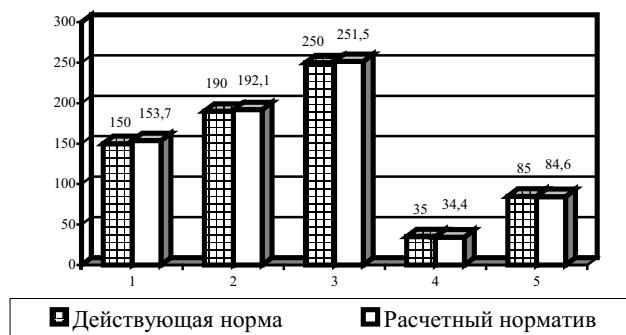


Рис. 1. Сравнительный анализ действующих нормативов с существующим водопотреблением.
Fig. 1. Comparative analysis of the current regulations with the existing water consumption.

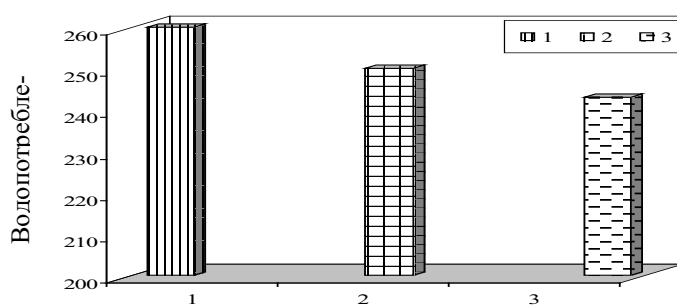


Рис. 2. Превышение действующих нормативов над реальным водопотреблением: 1 – отсутствие водомеров; 2 – действующие нормы водопотребления; 3 – наличие водомеров.
Fig. 2. The excess of current standards of the real water consumption.
1 - lack of water meters; 2 - existing norm of water consumption; 3 -availability of water meters.

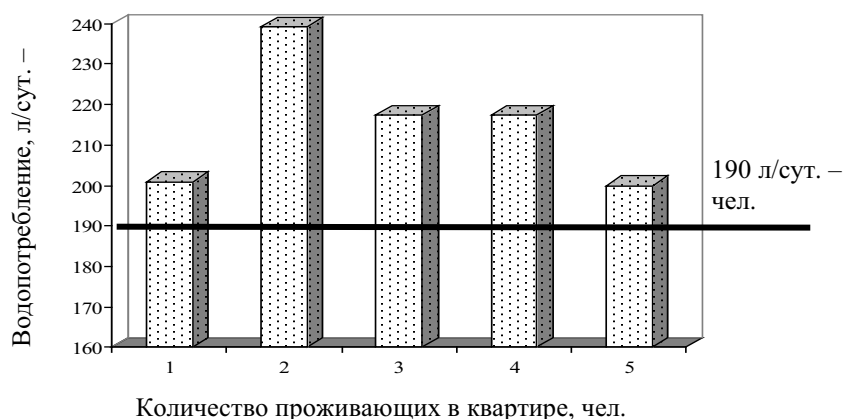


Рис. 3. Изменение водопотребления в зависимости от состава семьи.
Fig. 3. Changing water use depending on the composition of the family.

Реализация концепции снижения водопотребления в жилом секторе осуществляется через водосберегающие мероприятия, которые должны составлять единый комплекс, направленный на совершенствование эксплуатации, проектирования, монтажа систем, производство нового оборудова-

ния и изменение социально отношения к воде, т. е. охватывающий все уровни народного хозяйства.

ВЫВОДЫ

1. Общее водопотребление на объекте зависит от множества факторов, основными из которых являются количество и вид потребителей, требования

к бесперебойности подачи воды, число и тип санитарно-технического оборудования, режим и нормы водопотребления, давление в системе, надежность водоразборной арматуры, срок эксплуатации системы и уровень ее обслуживания, определяющие величину потерь.

2. Анализ водопотребления в жилых зданиях с разной степенью благоустройства (при отсутствии водомеров) в г. Дебальцево показал, что реальное потребление воды выше нормативных величин, что свидетельствует о нерациональном водопотреблении и значительных потерях воды в водопроводных сетях.

3. Сравнение нормативных показателей с реальными расходами воды единичным потребителем в зависимости от количества жильцов в квартире показывает, что с увеличением количества проживающих в одной квартире водопотребление снижается.

4. Установка квартирных счетчиков воды обеспечивает снижение реального водопотребления в сравнении с нормативным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Програма реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2002-2005 роки та на період до 2010 р., 2002.: Постанова Кабінету Міністрів України від 14.02.2002 р. № 139. – 23.
2. Про затвердження Галузевих технологічних нормативів використання питної води на підприємствах водопровідно-каналізаційного господарства України, 2004.: Наказ державного Комітету України з питань житлово-комунального господарства від 17.02.2004 р. № 33. – 17.
3. Правила надання послуг з централізованого опалення, постачання холодної та гарячої води і водовідведення., 2005.: Постанова Кабінету Міністрів України від 21.07.2005 р. № 630. – 38.
4. Про затвердження методики визначення нормативів питного водопостачання населення., 2005.: Постанова Кабінету Міністрів України від 27.09.2005 р. № 148. – 27.
5. СНиП 2.04.02-84., 1985.: Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Госстрой СССР. – М.: Стройиздат. – 135.
6. СНиП 2.04.01-85, 1985.: Внутренний водопровод и канализация зданий. Госстрой СССР. – М.: Стройиздат. – 146.
7. Дрозд Г., Насонкина Н., 2008.: Методы сокращения потерь воды из водопроводных сетей// Зб. наук. пр. Луганського національного аграрного унту. – №81. Технічні науки, 246 – 260.
8. Зайченко Л., Горшкова Л., Ганзель А., 2010.: Анализ технологических потерь использования питьевой воды для городов Донецкой области// III Межд. науч.-практ. конф. "Вода, экология, общество". – Харьков – ХНАГХ, 157 – 159.
9. Кравченко В., 2008.: Основные подходы в решении проблем реформирования и развития предприятий водопроводно-канализационного хозяйства Украины// Водопостачання та водовідведення. – №1, 25 – 39.
10. Гутарова М., Окрушко В., 2009.: Анализ норм водопотребления в частном секторе// Вестник ДонНАСА. – Макеевка: ДонНАСА. – Вып. 2009-2 (76), 125 – 129.
11. Сліпченко В., 1999.: Скорочення втрат питної води із систем водопостачання. - К.: Державний інститут ЖКГ Держбуду України. - 179.
12. Салиев Э., Каялиева У., 2009.: Проблемы инвестирования сферы водоснабжения Автономной республики Крым// MOTROL. – №11В, 111 – 119.
13. Душкин С., Тихонюк-Сидорчук В., 2003.: Проблемы реформирования водопроводно-канализационного хозяйства Харькова и Харьковской области// Тез. Всеукраинской науч.-практ. конф. "Проблемы реализации реформирования отрасли жилищно-коммунального хозяйства". – Харьков, 233.
14. Гутарова М., 2007.: Факторы, влияющие на формирование норм водопотребления// Вестник ДонНАСА. – Макеевка: ДонНАСА. – Вып. 2007-2 (64), 3 – 5.
15. Методическое пособие по проведению учета и нормирования потерь воды, 2007.:/ Маслак В., Насонкина Н. – Донецк. – 38.
16. Зайченко Л., Ильина А., 2009.: Основные методы предотвращения потерь воды в системах внутреннего и внешнего водоснабжения // III Міжнародна наук.-техн. конф. "Актуальні проблеми водного господарства та природокористування". – Рівне, 27 – 29.
17. Зайченко Л., Синезук И., 2010.: Расчет технологического норматива использования питьевой воды на примере работы предприятия ВКХ// Науковий вісник будівництва ХДТУБА: Харків. – Вып. № 60, 163 – 167.
18. Душкин С., 2004.: Научно-техническое обоснование норм горячего и холодного водопотребления населением г. Харькова// Наук. вісн. будівництва. – Вып. 26. – Харків: ХДТУБА, 204 – 209.
19. Проблемный доклад., 2004.: Анализ современного состояния и пути повешения эффективности работы городских водопроводов. – Москва. – 40.
20. Онищук Г., Сліпченко В., 1999.: Основи раціонального використання води у житлово-комунальному господарстві. – К.: Будівельник. – 53.
21. Маслак В., Зотов Н., 2007.: Трубопроводы водоснабжения: вопросы проектирования, строительства и рациональной эксплуатации. – Донецк: Вебер. – 462.

ANALYSIS OF THE REAL WATER CONSUMPTION IN THE HOUSING STOCK

Summary. The main factors affecting the formation of norms of water consumption are considered. A comparative analysis of the current regulations with the real water consumption in the populated locality is given.

Key words: degree of improvement, water consumption, the real rate of water consumption.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЛУБИННОГО ПНЕВМОПАТРОНА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН.

Вячеслав Лесной, Леонид Слѐз, Надежда Кенджаева

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г. Макеевка
Адрес: 86123, Украина, Донецкая область, Макеевка, ул.Державина, 2, e-mail:ljusik@matrixhome.net

Аннотация. Выполнены исследования по применению пневмовзрыва для восстановления производительности водозаборных скважин. Рассмотрен механизм пневмовзрыва в условиях водозаборной скважины. Установлено, что пневмовзрыв генерирует волны малой амплитуды. Получены зависимости, необходимые для вычисления основных параметров воздействия пневмовзрыва на фильтр и прифилтровую область водозаборной скважины. Проведены лабораторные и промышленные испытания глубинного пневмопатрона.

Ключевые слова: водозаборная скважина, кольматация, дебит скважины, восстановление дебита, глубинный пневмопатрон.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе эксплуатации скважин их производительность (дебит) может быстро и значительно уменьшаться [8]. Это может быть вызвано различными факторами: механическое воздействие, физико-химическое, электро-химическое, бактериологи-ческое, неправильный режим эксплуатации и др. Бурение и запуск в эксплуатацию новой скважины – дорогостоящий и длительный процесс. Наиболее эффективными методами восстановления дебита водяных скважин являются импульсные методы [1,4,6,7,19]. Импульсные методы не только разрушают кольматирующие отложения на фильтре скважины, но и воздействуют на призабойную зону скважины. Одним из наиболее эффективных методов воздействия на фильтр и прифилтровую область скважины является “пневмовзрыв” [1,4,7,19]. Опыт восстановления производительности водозаборных скважин показал, что при значительной глубине воды в скважине обычные пневмопатроны прекращают работу из-за запираания поршня [6,16]. Кафедрой “Водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов” ДонНАСА разработан глубинный пневмопатрон, способный работать при

высоком внешнем гидростатическом давлении и восстанавливать скважины глубиной до 1000 м [18].

1. Описание работы глубинного пневмопатрона.

Пневмопатрон работает следующим образом. Сжатый воздух по рукаву высокого давления поступает в зарядную камеру 2 пневмопатрона. Через отверстие в поршне заполняется ресивер 11. Площадь торцевой части поршня со стороны ресивера в 1,12 раза больше площади поршня со стороны зарядной камеры. Поэтому при выравнивании давлений в зарядной камере и ресивере сила давления воздуха на поршень со стороны ресивера становится большей, чем со стороны зарядной камеры. Под действием разницы сил поршень начинает двигаться в сторону зарядной камеры. Как только носик поршня выйдет из уплотнительного фторопластового кольца 10, воздух заполнит предварительную камеру, после чего давление, такое же, как в ресивере, распространится на всю площадь поршня, которая почти в 3,5 больше площади носика поршня, бывшего во фторопластовом кольце. Сила, действующая на поршень со стороны ресивера, в этот момент значительно увеличивается. Поршень приобретает большое ускорение и за малый промежуток времени (около 3 миллисекунд) открывает выхлопные отверстия [19,20].

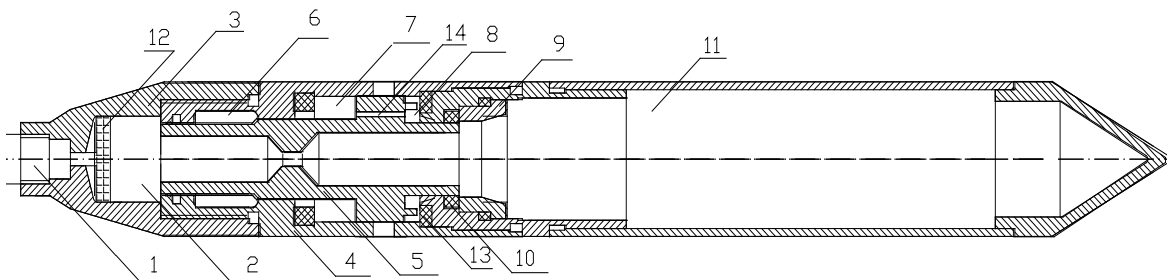


Рис. 1. Принципиальная схема глубинного пневмопатрона

Fig.1. The basic circuit of a deep pneumopatron.

2. Механизм пневмовзрыва в условиях водо-заборной скважины.

Процесс истечения воздуха через выхлопные отверстия весьма быстротечен и поэтому без значительной погрешности может считаться адиабатическим.

При выхлопе сжатого воздуха через выхлопные окна пневмопатрона происходит, практически мгновенное струевидное истечение воздуха в воду. В результате сопротивления окружающей среды струи, расширяясь, образуют пузырь. Кинетическая энергия струй при образовании воздушного пузыря преобразуется в потенциальную энергию давления, в связи, с чем начальное давление в пузыре значительно выше давления окружающей среды [7,17]. Начальное высокое давление в газовом пузыре (значительно большее, чем гидростатическое давление окружающей среды) вызывает быстрое расширение пузыря. Вода в непосредственной близости от газовой сферы, обладает значительной скоростью расходящегося движения. По мере развития этого процесса давление в пузыре падает, но расширение пузыря продолжается вследствие инерции расширяющегося потока воды. В момент, когда давление в пузыре становится ниже гидростатического давления окружающей среды, прекращается его расширение и расходящееся движение воды. Сходящееся движение газового пузыря продолжается до тех пор, пока увеличение давления воздуха в пузыре не прекратит это сокращение. Инерционность и этого движения воды вокруг пузыря приведет к тому, что давление в пузыре в конце процесса его сжатия станет больше гидростатического давления окружающей среды, после чего пузырь снова начинает рас-

ширяться, а давление в нем падать [7,17]. Таким образом, пузырь совершает последовательные циклы расширения и сжатия с непрерывным затуханием (рис. 2). Эти пульсации воздушного пузыря, поддерживаемые все новыми выхлопами сжатого воздуха, приводящие к интенсивному перемещению значительных масс жидкости, вызывают мощный волновой процесс, управляя которым можно достаточно успешно разрушать колья на фильтре и в прифильтровой области скважины [17].

3. Определение основных параметров воздействия глубинным пневмопатроном на фильтр и прифильтровую область водо-заборной скважины.

Эффективность работы глубинного пневмопатрона можно оценивать по мощности, необходимой для раскольячивания скважин. Мощность выхлопа скважинного пневмопатрона может быть определена по формуле [5]:

$$N = \frac{\Delta p \cdot W}{\tau(K - 1)} \eta, \tag{1}$$

где Δp – разность давлений в ресивере и окружающей среде; K – коэффициент адиабаты (для воздуха $K=1,4$)

W – объем воздуха, истекающий в жидкую среду за время открытия выхлопных отверстий, зависящий от противодействия, то есть от давления окружающей среды; η - коэффициент полезного действия пневмопатрона; τ - время выхлопа, с.

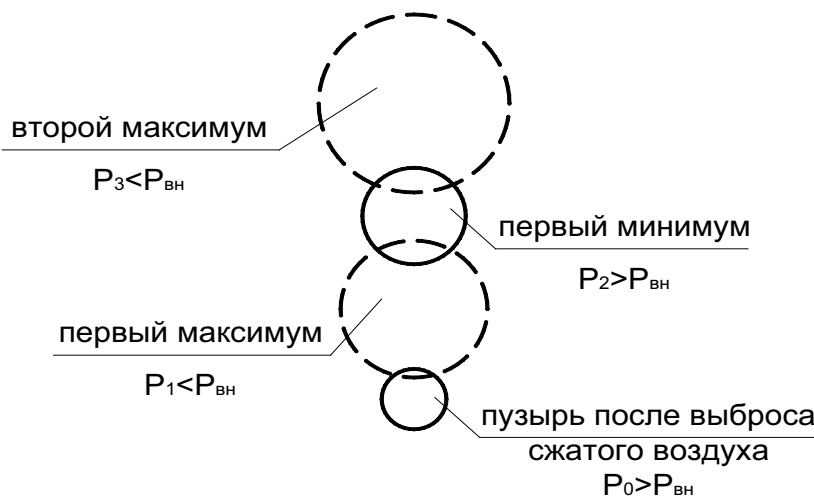


Рис. 2. Процесс расширения и сжатия пузыря.
Fig. 2. Process of expansion and compression of a bubble.

Для эффективной работы пневмопатрона необходимо, чтобы мощность выхлопа, необходимая для декольматации скважины, могла быть достигнута при, практически, любом внешнем гидростатическом давлении. Работа, совершаемая сжатым воздухом при его расширении, при различных внешних давлениях будет одинаковой при условии [15,19,20]:

$$\frac{A'}{A} = \left(\frac{P'_0}{P_0}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \frac{1 - \left(\frac{P_{BH}}{P'_0}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}}{1 - \left(\frac{P_{AT}}{P_0}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}} = 1 \quad (2)$$

где

A – работа, совершаемая сжатым воздухом во время выхлопа при внешнем гидростатическом давлении близком к атмосферному, Дж;

A' – работа, совершаемая сжатым воздухом во время выхлопа при внешнем гидростатическом давлении отличном от атмосферного, Дж;

P_{BH} и P_{AT} – внешнее и атмосферное давление соответственно, МПа;

P_0 – давление в ресивере пневмопатрона, которое необходимо создать для разрушения кольматанта на

небольшой глубине, соответствующей давлению приблизительно равному P_{AT} , МПа;

P'_0 – давление в ресивере пневмопатрона, которое необходимо создать для разрушения кольматанта на глубине, соответствующей внешнему гидростатическому давлению P_{BH} , МПа.

Используя зависимость (2), были получены кривые (рис. 3), с помощью которых можно ориентировочно определить давление в ресивере пневмопатрона, необходимое для декольматации скважин. Для этого необходимо знать характер отложений и мощность выхлопа, необходимую для разрушения кольматанта при давлении близком к атмосферному. Тогда, по известной глубине и необходимой кривой определяется давление в ресивере пневмопатрона, которое необходимо создать для разрушения кольматанта.

При воздействии импульсных нагрузок разрушение твердых осадков определяется их максимальной прочностью, напряжением на фронте ударной волны и временем приложения нагрузки. Давление ударной волны p и время ее действия t учитываются импульсом давления – интегралом давления по времени [5]:

$$I(t) = \int_0^t p(t) dt$$

Величину импульсного давления численно можно определить как площадь фигуры (рис. 4), ограниченной сверху – графиком подынтегральной функции $p(t)$ (зависимость давления на стенку фильтра скважины от времени), снизу – осью абсцисс (Ox), слева – осью ординат (Oy), справа – значением $t=t_{max}$, соответствующим времени, затраченному на изменение объема воздушного пузыря от начального V_n до максимального V_{max} .

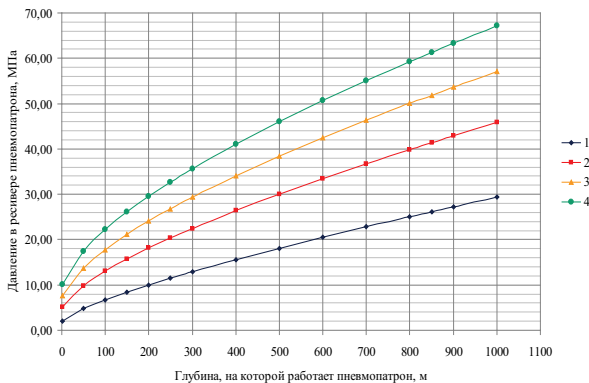


Рис. 3. Зависимость давления в ресивере пневмопатрона от глубины, на которой работает пневмопатрон.

1 – давление в ресивере пневмопатрона 2,0 МПа, достаточное для разрушения кольматирующих отложений на глубине 1 м; 2 – давление в ресивере пневмопатрона 5,0 МПа, достаточное для разрушения кольматирующих отложений на глубине 1 м; 3 – давление в ресивере пневмопатрона 7,5 МПа, достаточное для разрушения кольматирующих отложений на глубине 1 м; 4 – давление в ресивере пневмопатрона 10,0 МПа, достаточное для разрушения кольматирующих отложений на глубине 1 м.

Fig. 3. The dependence of pressure in receiver of pneumopatron from depth, on which works pneumopatron.

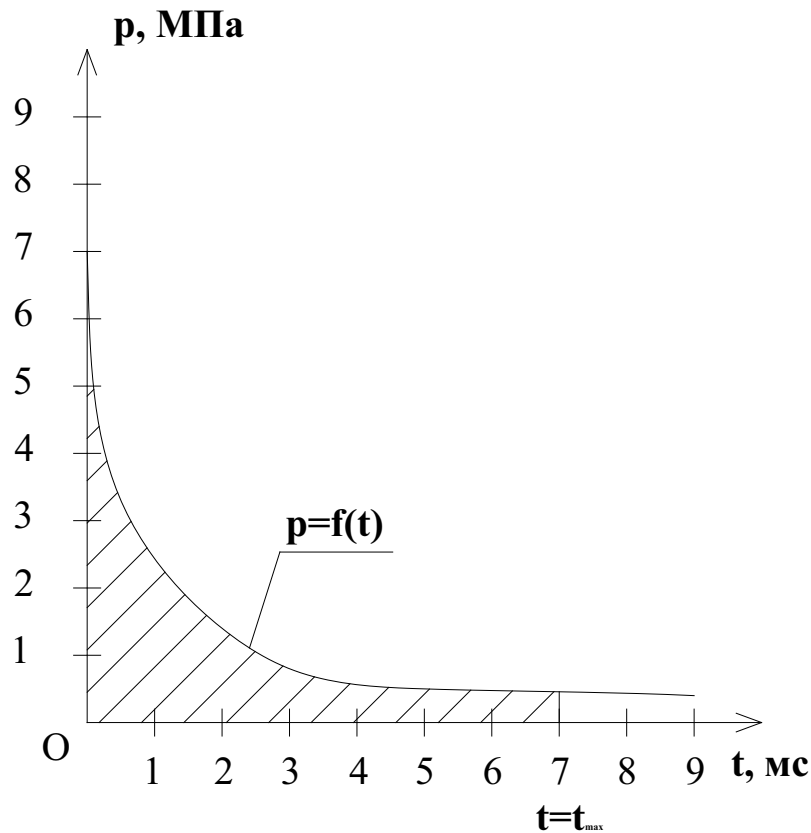


Рис. 4. График зависимости давления на стенку фильтра скважины от времени.
 Fig. 4. The diagram of dependence of pressure on a wall of the filter of a chink from time.

В результате вычислений было установлено, что импульс давления на стенку фильтра, при воздействии на него глубинным пневмопатроном, не превышает 200 кПа*с, что является допустимым при обработке скважин импульсными методами.

4. Лабораторные и промышленные испытания глубинного пневмопатрона.

В результате проведения экспериментов подтверждена способность работы пневмопатрона при высоком внешнем гидростатическом давлении (до 5,0 МПа). При этом была подтверждена зависимость давления в ресивере пневмопатрона, которое необходимо создать для разрушения кольматанта, от глубины обрабатываемой зоны фильтра скважины [9,11].

Промышленные исследования проводились на двух скважинах второго Донецкого водозабора [6]. Удельный дебит увеличился в среднем в 4,5 раза. При обработке скважины имел место значительный эрлифтный эффект. Водовоздушная смесь поднималась над уровнем земли на высоту 4-5 метра [12,14].

Эрлифтный эффект позволил вынести разрушенные кольматирующие отложения. Обследование скважин с помощью телевизионного зонда показало полное разрушение кольматанта, находившегося на внутренней поверхности фильтра, и удаление разрушенного кольматанта за счёт эрлифтного эффекта, обусловленного работой глубинного пневмопатрона. В результате осмотра нарушений в конструкции скважин не обнаружено.

Экономическая эффективность (Э) работ по восстановлению дебита водозаборных скважин с использованием предложенной технологии подсчитана путем сравнения затрат на устройство новой скважины и восстановление [2]:

$$Э = K_{нов} - K_{вос} \frac{q_0}{\Delta q}$$

Где $K_{нов}$ – затраты на устройство новой скважины, грн.; $K_{вос}$ – затраты на восстановительные работы, грн.; q_0 – удельный дебит при сдаче скважины в эксплуатацию, м²/ч.; Δq – приращение удельного дебита в результате восстановительных работ, м²/ч.

При расчетах принято, что дебит новой скважины будет удовлетворительным в течение 5 лет, а дебит скважины восстановленной с применением глубинного пневмопатрона – в течение 1 года. Тогда годовую экономическую эффективность следует определять по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{K_{нов}}{5} - \frac{K_{вос} \frac{q_0}{\Delta q}}{1} = \frac{K_{нов}}{5} - K_{вос} \frac{q_0}{\Delta q}$$

Годовая экономическая эффективность применения глубинного пневмопатрона для восстановления производительности скважин на воду составила 12133,4 (грн./год). Годовая экономическая эффективность от применения усовершенствованной технологии на один погонный метр фильтра скважины составляет 171,4 грн./м*год.

Для увеличения экономической эффективности необходимо стабилизировать удельный дебит. А именно, рекомендуется обработка скважин реагентами селективного действия с последующим устройством акустического воздействия на пласт с помощью вихревого генератора [3,10,13].

ВЫВОДЫ

Выполнены исследования по применению глубинного пневмопатрона для восстановления дебита водозаборных скважин. Применение глубинного пневмопатрона позволяет значительно увеличить производительность и снизить эксплуатационные затраты подземных водозаборов, снизивших свой дебит в связи с кольматацией фильтра и прифилтровой зоны водозаборных скважин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Slioz L., Zagoruyko T., Lesnoy V., 2005.: The Review of Methods of Recovery of Water Well Output // Вестник ДонГАСА – Макеевка: ДонГАСА, – 2005-4(52), 99 – 100.
2. Алексеев В., Гребенников В., 1975.: Экономическое обоснование ремонтных работ на водозаборных и дренажных скважинах.// Экспресс-информация ЦБНТИ, серия 3, вып. 6. – 37.
3. Saliev E. , 2009. Ecological and economic problems saving up technologies' introduction in Ukraine// MOTROL. - №11B, 104 – 110.
4. Балинченко О., Лесной В., Кенджаева Н., 2011.: Теоретические исследования по применению ультразвукового воздействия для восстановления дебита скважин.// “Сучасні екологічно безпечні та енергозберігаючі технології в природокористуванні”: зб. тез Міжн. наук.-практ. конф. молодих вчених і студентів. – ч. 2. – Київ: КНУБА, 33 – 35.
5. Лесной В., 2007.: Обзор существующих методов восстановления дебита водяных скважин// Сучасне промислове та цивільне будівництво – Макеевка: ДонНАСА. – №4, том 3, 198 – 202.
6. Лесной В., 2009.: Определение основных параметров воздействия глубинным пневмопатроном на фильтр и прифилтровую область водозаборной скважины.// III Міжн. наук.-техн. конф. „Актуальні проблеми водного господарства та природокористування”. – Рівне: НУВГП, 33 – 34.
7. Лесной В., 2010.: Снижение производительности водозаборных скважин в Донбассе и восстановление их дебита. // Наук. вісн. Будівництва. – Харків: ХДТУБА. – Вып.57, 340 – 345.
8. Лесной В., 2009.: Теоретические исследования по применению “пневмовзрыва” для восстановления дебита водяных скважин Донбасса // “Підвищення ефективності використання водних, теплових та енергетичних ресурсів та охорона навколишнього середовища”: зб. тез Міжн. наук.-практ. конф. молодих вчених і студентів. – Київ: КНУБА, 120 – 122.
9. Лесной В., Дубина О., Майстренко О., 2010.: Влияние химического состава подземных вод на кольматацию фильтров водозаборных скважин в Донецкой области// “Екологічні проблеми природокористування та ефективне енергозбереження”: зб. тез Міжн.наук.-практ. конф. молодих вчених і студентів. – Київ: КНУБА, 147 – 148.
10. Лесной В., Кенджаева Н., 2010.: Лабораторные исследования зависимости давления в ресивере пневмопатрона от глубины его погружения// “Екологічні проблеми природокористування та ефективне енергозбереження”: зб. тез Міжн. наук.-практ. конф. молодих вчених і студентів. – Київ: КНУБА, 139 – 142.
11. Лесной В., Михайленко Н., 2011.: Стабилизация дебита скважины после восстановления ее производительности// “Сучасні екологічно безпечні та енергозберігаючі технології в природокористуванні”: зб. тез Міжн. наук.-практ. конф. молодих вчених і студентів. В двох частинах. – ч. 2. – Київ: КНУБА, 35 – 36.

12. Лесной В., Рожков В., 2010.: Лабораторные исследования по применению глубинного пневмопатрона для восстановления дебита водозаборных скважин// Наук. вісн. будівництва – Харків: ХДТУБА. – Вып. 60, 149–157.

13. Лесной В., Слез Л., 2010.: Исследования эрлифтного эффекта при применении глубинного пневмопатрона для восстановления дебита водозаборных скважин// “Научно-техническое творчество молодежи – путь к обществу, основанному на знаниях”: сб. науч. докладов Межд. научно-практической конференции/Мос. гос. строит. ун-т – М: МГСУ, 135 – 136.

14. Лесной В., Шкилева А., 2011.: Влияние ультразвука на прифилтровую зону водозаборной скважины// “Сучасні екологічно безпечні та енергозберігаючі технології в природокористуванні”: зб. тез Міжн. наук.-практ. конф. молодих вчених і студентів. – ч.2. – К.:КНУБА, 44 – 45.

15. Лесной В., Шкилева А., 2010.: Теоретические исследования эрлифтного эффекта при применении глубинного пневмопатрона для восстановления дебита водозаборных скважин// “Екологічні проблеми природокористування та ефективне енергозбереження”: зб. тез Міжн. наук.-практ. конф. молодих вчених і студентів. – К.: КНУБА, 145 – 147.

16. Нащокин В., 1975.: Техническая термодинамика и теплопередача: учебн. пособие. – М.: Высшая школа. – 496.

17. Слез Л., 2002.: Анализ работы пневмопатронов, предназначенных для восстановления дебита водяных скважин// Вестник ДонГАСА – Макеевка: ДонГАСА,– 2002-2 (31), 135 - 139.

18. Сльоз Л., Загоруйко Т., Лесной В., 2005.: The mechanism of "pneumoexplosion" in water well conditions. Physical bases of the process// Зб. матеріалів наук.-практ. конференції студентів і молодих вчених – Макеевка: ДонНАСА, 19.

19. Слез Л., Лесной В., 2004.: К вопросу восстановления дебита водяных скважин// Вестник ДонГАСА – Макеевка: ДонГАСА. – 2004-4(46), 9 – 13.

20. Слез Л., Лесной В., 2004.: Получение воды из подземных источников// Вода і водоочисні технології. – №4, 24 –30.

21. Слез Л., Лесной В., 2010.: Теоретические исследования по применению пневмовзрыва для восстановления производительности водозаборных скважин// Вестник ОГАСА – Одесса: ОГАСА – Вып. 43, 120 – 125.

APPLICATION OF A DEEP PNEUMOCARTRIDGE (PNEUMOPATRON) FOR RECOVERY OF WATER WELL OUTPUT.

Summary. Work pneumopatron for high depth is given. Physical bases of the process of "pneumoexplosion" in water well conditions are considered. Theory's dependence receiver pressure from depth of water well received. Results of works on restoration of productivity of chinks with application of a deep pneumocartridge (pneumopatron) are resulted.

Key words: a water-supply well, colmatation, productivity of a well, productivity restoration, a deep pneumocartridge.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА

Сергей Уминский, Анатолий Яковенко

Одесский государственный аграрный университет
Адрес: Украина, 27037, г. Одесса, ул. Канатная, 99. e-mail: umoshi@mail.ru

Аннотация: Разработанная технология для двухступенной очистки растительного масла и представленные результаты исследований качества сырья и готовой продукции.

Ключевые слова: гидродинамический излучатель, акустическая волна, отражатель.

ВВЕДЕНИЕ

Важным этапом в производстве растительного масла служит процесс ее очистки от фосфатида, механического и других нежелательных примесей. Государственным стандартом предусмотрено производство гидрированного растительного масла (в дальнейшем - РМ), из которого в технологическом процессе выделяются фосфатид и другие неблагоприятные вещества.

ПРОБЛЕМА ИССЛЕДОВАНИЙ

Содержание сопутствующих веществ, в том числе и фосфатида, колеблется в значительных пределах и зависит от их вида (см. табл.1). Фосфатиды легко растворяются в РМ при температурах их получения и в дальнейшем произвольно из них выделяются. Осадки, которые образовались, быстро портятся за счет протекания интенсивных окислительных, ферментативных и гидролитических процессов. Наиболее распространенным методом выдержки фосфатида из РМ является гидратация. Этот процесс сочетает методы обработки РМ водой или сильно разведенными водными растворами щелочей и солей. В заводской практике применяют разнообразные режимы, которые отличаются один от одного по количеству гидратирующего реагента, его состава и т.п. Чаще всего для гидратации РМ используют очищенную дистиллированную воду с целью экономии расходов, но при этом не всегда получают необходимое качество продукта. В основе гидратации фосфатида лежат сложные физико-химические превращения под воздействием реагентов. Механизм взаимодействия фосфатида с реагентами представляется схемой, изображенной на рис. 1. [1,2]. Приняв за основу такую структуру системы можно описать их характер взаимодействия с реагентами при гидратации. В присутствии реагента в масле молекулы фосфатида, владея большей гидрофильностью, чем глицерины, диффундируют к поверхности капель реагентов, постепенно насыщая ее. При этом гидрофильные части ориентируются к реагенту, а углеводные радикалы, жирных кислот

(гидрофобные) - к маслу, образуя на поверхности капли реагента липидный слой, (рис. 1б)

В присутствии реагента в масле молекулы фосфатида, владея большей гидрофильностью, чем глицерины, диффундируют к поверхности капель реагентов, постепенно насыщая ее. При этом гидрофильные части ориентируются к реагенту, а углеводные радикалы, жирных кислот (гидрофобные) - к маслу, образуя на поверхности капли реагента липидный слой (рис. 1, б). При этом снижается межфазная энергия настолько, что невозможно диспергирование в масле. Это наблюдается в том случае, если реагенту в масле недостаточно. В таких структурах обычно участвуют фосфатидхолины и другой фосфатид с ярко выраженной поверхностной активностью. Если реагенту в масле достаточно количество, то образуются смешанные молекулярные слои гидратированного фосфатида и глицеридов. Свободная энергия в такой системе достаточно высока и достигает при соотношении глицерины - фосфатид 30: 70. При этом система негативно шатка. Снижение свободной энергии осуществляется за счет коагуляции частей, а вся система разделяется на две фазы: масло и фосфатидная эмульсия. Этот механизм не исключает и протекание химической реакции между реагентами и фосфатидом.

В присутствии реагента в масле молекулы фосфатида, владея большей гидрофильностью, чем глицерины, диффундируют к поверхности капель реагентов, постепенно насыщая ее. При этом гидрофильные части ориентируются к реагенту, а углеводные радикалы, жирных кислот (гидрофобные) - к маслу, образуя на поверхности капли реагента липидный слой (рис. 1, б). При этом снижается межфазная энергия настолько, что невозможно диспергирование в масле. Это наблюдается в том случае, если реагенту в масле недостаточно. В таких структурах обычно участвуют фосфатидхолины и другой фосфатид с ярко выраженной поверхностной активностью. Если реагенту в масле достаточно количество, то образуются смешанные молекулярные слои гидратированного фосфатида и глицеридов. Свободная энергия в такой системе достаточно высока и достигает при соотношении глицерины - фосфатид 30: 70. При этом система негативно

но шатка. Снижение свободной энергии осуществляется за счет коагуляции частей, а вся система разделяется на две фазы: масло и фосфатидная эмуль-

сия. Этот механизм не исключает и протекание химической реакции между реагентами и фосфатидом.

Таблица 1. Содержание фосфатида в растительных маслах
Table 1. Contents of phosphatide is in vegetable oils

Масло	Содержание фосфатида в растительных маслах, %		
	Форпрессовом	Экспеллерном	Экстракционном
Подсолнечное	0,2 – 0,8	0,6 – 1,2	0,8 – 1,4
Хлопковое	0,5 – 1,6	1,4 – 1,9	2,0 – 2,5
Соевое	1,1 – 2,1	2,7 – 3,4	3,9 – 4,5
Льняное	0,19 – 0,46	0,64 – 0,87	0,8 – 1,62

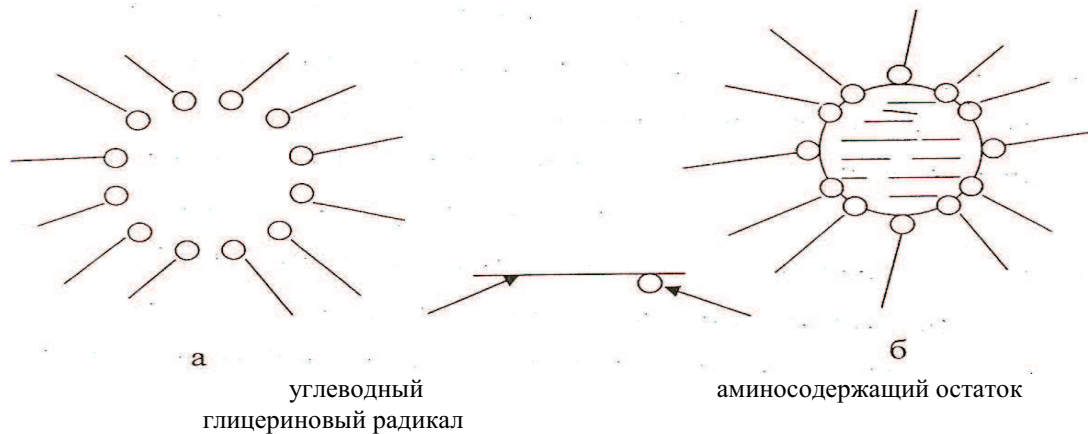


Рис. 1. Состояние фосфатида в масле: а- ассоциация молекул фосфатида в результате гидрофильных взаимодействий; б- ассоциация молекул на капле реагента(воды и др.).

Fig. 1. Consisting of phosphatide is of oil: a- association of molecules of phosphatide as a result of hydrophilic interactions; b- association of molecules on the drop of reagent(waters and other).

Такой характер взаимодействия фосфатида с реагентом в первую очередь характерен для тех форм, которые образуют в масле ассоциации за счет гидрофильных взаимодействий. В меньшей мере это наблюдается для ассоциатов, построенных за счет водородных связей между полярными частями молекул фосфатида. Таким образом, система "масло - фосфатид" находится в динамическом равновесии до тех пор, пока внешние факторы(взаимодействие гидратирующего реагента, среды, тепла и так далее) не приведут к нарушению этого равновесия [3, 4, 5].

Количество реагента, необходимое для гидратации, зависит от вида масла и содержания в нем фосфатида. В каждом отдельном случае оно определяется в лаборатории методом гидратации попытки. В общем случае можно считать, что количество реагента на гидратацию складывается от 0.5 к 6%. Для подсолнечного масла оно колеблется от 0,5 к 3%. При гидратации с применением поваренной соли использует ее водород растворы концентрации от 0,5 до 1% количества от 2 к 6% от массы масла. Температура масла влияет на процесс гидратации. Да, при низкой температуре из при высокой вязкости масла затрудненное разделение фаз. Высокая

температура приводит к уменьшению гидратации, пептизации дисперсной фазы и повторному растворению ее в масле. Оптимальные температурные режимы для подсолнечного масла составляют 45-50 °С.

Цель исследований: Для выявления наиболее рациональных реагентов нами проведен патентный поиск способов гидратации и очистки растительных масел. Осуществлен синтез наиболее приемлемых к условиям агропроизводства методов повышения потребительских свойств ОМ, а именно:

- способ очистки растительных масел от серосодержащих соединений, Роспатент, №2057795, 1996(В. С. Стопский и др.);
- способ очистки рафинированных хлорофилл которые содержат растительные масла, Роспатент, №2055867, 1996(Н. В. Комаров и др.);
- способ очистки растительных масел, Роспатент, №2000105536, 2002(Э. П. Иванов);
- способ очистки растительных масел, Роспатент, №2117034, 1998(Г. Г. Русаков и др.);
- водяное средство для очистки масла растительного или животного происхождения от фосфор -

железосодержащих компонентов, Роспатент, №2033422, 1995 (А. Г. Металгезельшафт и др)

- бесепарационная установка для очистки растительных масел, Роспатент, №2046130, 1995 (В. В. Мартшикин и др.);

- приспособление для очистки растительного масла от механических примесей, Роспатент, №2044765, 1995 (Р. Л. Абасова и др.);

- способ очистки растительных масел от веществ группы хлорофила, Роспатент, №2062784, 2996 (В. С. Стоцкий и др.);

- способ и устройство очистки растительного масла, Роспатент №2155797, 2000 (Н. В. Нюшков и др.);

- способ сорбционной очистки нерафинированных растительных масел, Роспатент, №2001114602, 2003 (В. Г. Любанов и др.);

- установка для микрофильтрации растительных масел, патент Украины на полезную модель, №32176, 2008 (Г. С. Топілін, С. М. Умінський)

- установка для двухступенной очистки растительного масла, патент Украины на полезную модель, №37333/2, 2008, (Г. С. Топілін, І. А.).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Из анализа перечисленных выше патентов установлено, что перспективными направлениями являются способы сорбционной очистки РМ с применением разного состава и происхождения реагентов (дистиллированной воды, водород растворы лугов, солей, кислот, адсорбентов - перлит, естественные глины и др.). Как устройства и аппараты широко используются сепараторы, центрифуги и фильтры, включая мембранно-керамические микрофильтры, фильтры многоступенчатой очистки, гидродинамические коагуляторы и другое оборудование. Для выбора наиболее эффективного реагента для гидратации РМ апробированы следующие вещества и технологии на специальной установке с гидродинамическим коагулятором.

1. Гидратация растительного масла осуществлялась с добавлением дистиллированной воды и ее раствором поваренной соли. Количество воды на гидратацию масла складывало от 0,5 к 3% массы, а при применении соли и ее растворов использовали концентрацией от 0,5 до 1% количества от 2 к 6% от массы РМ. Режим работы установки : давление масла 0,5-4 кг/см², время обработки - 0,5 час; температура 60-65 °С.

2. Реагент- минеральная вода, которая содержит соли натрия при количестве от 2 до 6% массе ОМ. Режим работы : давление масла в системе -

0,5÷4,0 кг/см²; время обработки - 0,5 часы; температура- 60-65 °С.

3. Реагент - белое сухое виноградное вино в количестве до 10 в зависимости от природы масла и содержания в нем фосфатида) - оптимальное количество от 2 к 6% масс РМ. Режимы работы : давление в коагуляторе -до 4 кг/см²; температура-60-65 °С (возможная "холодная" гидратация масла, при температуре воздуха в цехе 18-20 °С).

4. Масло при гидратации обрабатывалось аминоуксусной кислотой, взятой в молекулярном соотношении к содержанию серы 1,2 -3,0. Режимы работы аналогичны п. п. 1, 2, 3.

5. Реагент - цитратно-фосфатный буферный раствор из рН 7,75 в количестве 0, 1 - 20 массы. потому что эмульгатор в количестве 0,001-5 масс (додецилсульфат натрия). Водное средство имеет значение рН 3÷7, преимущественно рН 4÷6. Оптимальное количество буферного раствора - 20 г. на литр масла (количество подбирается анализом попытки кислотного числа масла за ДСТ 54 - 76 и перекисного числа за ДСТ 26593 (ISO 3960)).

Определены физико-химические показатели проб подсолнечного масла, обработанного реагентами по п. п. 1-5. Наиболее эффективным оказался способ и реагент по п. 5. Результаты анализов приведены в табл. 2.

Из табл. 2, видно, что физико-химические показатели масла, обработанного по способу п.5 цитратный -фосфатным реагентом отвечают требованиям стандарта и относятся к гидратированному подсолнечному маслу первого сорта. Подбавляющие результаты получены и по п. п. 1, 2, 3 апробированных реагентов, однако они требуют всесторонней дополнительной проверки. В результате исследований и синтеза способов и оборудования установлен рациональный реагент для повышения качества растительного масла, в частности цитратино-фосфатный буферный раствор из рН 7,75. Определен оптимальный состав реагента, установлены наиболее благоприятные режимы работы гидрататора. Предложенное оборудование и режимы гидратации могут быть использованы в мини-цехах агропроизводства, фермерских и крестьянских хозяйствах [6]. Количество воды, необходимое для гидратации, зависит от природы масла и содержания у нее фосфатида. В каждом отдельном случае оно определяется в лаборатории методом гидратации попытки. В общем случае можно считать, что количество воды на гидратацию складывает от 0,5 до 6 Для подсолнечного масла оно колеблется от 0,5 до 3 [7,8].

Таблица 2. Физико-химические показатели проб подсолнечного масла
Table 2. Physical and chemical indexes of tests of sunflower-seed oil

Наименование показателей	Гидратированное масло	Масло, обработанное реагентом п.5
	Норма по ГОСТ 1129-93, для первого сорта	Цитратно-фосфатный
Кислотное число, мг. КОН/г, не более	4,0	2,4
Перекисное число, м'моль/кг 0,5, не более	10	8,5

При гидратации с применением поваренной соли используются ее водород растворы концентрацией от 0,5 до 1,0% количества от 2 до 6% от массы масла [9,10]. Температура масла влияет на процесс гидратации. Так при низкой температуре через высокую вязкость масла затрудненное разделение фаз. Высокая температура приводит к уменьшению гидратации, пептизации дисперсной фазы и повторному растворению ее в масле. Оптимальные температурные режимы для подсолнечного масла складываются 45 -50 °С [11].

Государственным стандартом предусмотрена многоступенчатая тонкая очистка растительного масла от механических примесей, фосфатида, гидрофильных и канцерогенных веществ и других нежелательных компонентов.

Наиболее эффективным способом очистки масла тонкодисперсных частей есть фильтрация. Суть ее является в протекании масла через достаточно мелкие открой фильтрующей перегородки. Масло проходит через открой фильтрующих элементов, а частицы, размер какие больше размеры отверстий, задерживаются на ее поверхности, образуя осадок. В зависимости от качества фильтрующей перегородки и режиму фильтрации(давление, температура, час т.д.) можно достичь разной степени очистки, масла .

Динамика этого процесса с учетом концентрации примесей бз в расчете пропускной способности фильтров qпс, длительности t процесса и других параметров описывается критерием Струхала следующего вида

$$Sh = q_{пс} \delta_3 \varphi_{\phi} \tau / K_{п}^{1/2}, \quad (1)$$

где φ_{ϕ} -- коэффициент полноты фильтрации; $K_{п}$ - коэффициент проницаемости фильтрующего материала.

Комплексно процесс микрофильтрации оценивается модифицированным критерием Струхала Sh, дополнительно учитывающим оптические плотности системы и фильтрата, коэффициент трения в среде; расходные элементы и др.

На основе закономерностей Струхала, Дарси и др. описывающих процессов фильтрации определенный объем Vф выхода фильтрата :

$$V_{\phi} = \frac{\Delta P S_{\phi} (1 - b q_M)}{u_{\phi} \mu_M v q_M \varepsilon} \quad (2)$$

где ΔP - перепад давления на перегородках фильтра; S_{ϕ} - площадь фильтра; b - отношение влажного осадка(примесей) к сухому; q - концентрация мехпримесей в масле; U_{ϕ} - скорость фильтрации; - коэффициент динамической вязкости масла; v - удельный вес материала фильтра; ε - удельное сопротивление осадка.

Пропустив этот, еще не совсем очищенный продукт, под определенным давлением через микроскопы(капилляры) мембранных фильтров можно дополнительно освободить загрязненное масло и от более мелкодисперсных примесей.

Воспользовавшись математическими зависимостями (1,2) разработанная установка для двухступенной очистки растительного масла. На рис 2. представленная принципиальная схема установки.

Установка имеет приводной электродвигатель(1), муфту(2), которая соединяет насос(3), байпас(4), соединительную арматуру с кранами(12),(13)(14)(15)(20)(21) которые предназначены для регулирования процесса очистки масла, контрольно-измерительную аппаратуру(манометр(18), термометр(19)), емкость(11) для сырья(неочищенного масла) и емкость(10) для готовой продукции(очищенного масла). В основу установки положен фильтр(5), для двухступенной очистки растительного масла(див.рис 2.9) - Фильтр(5) состоит из корпуса(6) цилиндрической формы. В середине в полости корпуса(6) устанавливается каркас жесткости(16), обверченный фильтрующим элементом(7) (бейтинг-ткань, миткаль, ткань из синтетического волокна-лавсан, капрон или мелкая сетка). По центру вертикальной оси вмонтирован керамический фильтр(8), в середине каркаса жесткости(16) для тонкой очистки. Вход фильтра(5) олієпроводом(17) через бай-пас(4) соединен с выходом насо-

са(3), а выход фильтра(8) подсоединен к емкости(10) готовой продукции (очищенного масла). Очистка масла от механических примесей, фосфатида и других нежелательных веществ осуществляется в два этапа, а именно :

- 1 - предыдущая очистка масла тканью бельтинга;
- 2 - тонкая очистка микрофилтрация масла керамическим фильтром.

Комплексная очистка масла реализуется в одном фильтре(5), разделенном на два уровня 1 и 2(рис.2).

Установка работает таким образом : в рабочем режиме при включении электродвигателя(1) через муфту(2) начинает работать насос(3) и всасывает масло из емкости(11) по магистрали, соединяя емкость(11) с насосом(3), при этом краны(12),(13) должны быть открытыми, а краном(21) бай-пас регулируется предыдущее рабочее давление в системе, которое контролируется манометром(19). Температура масла фиксируется термометром(18). При открытом кране(13) под давлением масел проходит

по магистрали в фильтр(5), где на 1-ому этапе предварительно очищается, проникая через фильтрующий элемент (7).

Потом предварительно очищенное масло проходит через керамический фильтр(8) в полость - 2 вторая степень(микрофилтрация). При открытом кране(20) очищенное масло по маслопроводу(9) попадает в емкость(10) как готовый продукт. При засорении фильтрующих элементов(7),(8) фильтр (5) очищается сжатым воздухом в обратном направлении. Слив загрязнений осуществляется открытием крана(14). Перед очисткой осуществляется коагуляция примесей гидродинамическим аппаратом. Предложенная установка изготовлена и апробирована в условиях агропроизводства, полученные результаты(см. табл.3) [9-20].

Общий вид двухступенного фильтра установки(5) изображен на рис. 3.

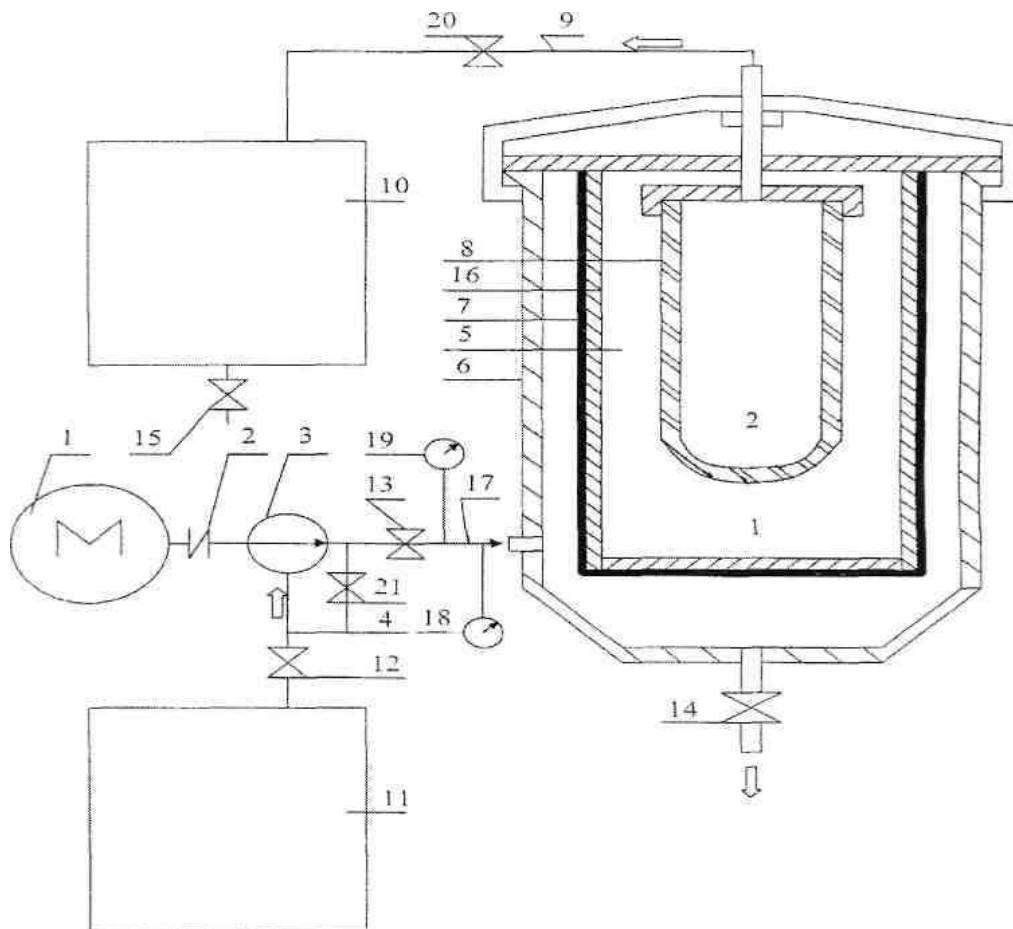


Рис. 2. Установка для двухступенной очистки растительного масла
Fig. 2. Fluidizer two degrees of cleaning of vegetable oil.

Очистка масла от механических примесей, фосфатида и других нежелательных веществ осуществляется в два этапа, а именно :

1 - предыдущая очистка масла тканью бельтинга;

2 - тонкая очистка микрофильтрация масла керамическим фильтром.

Комплексная очистка масла реализуется в одном фильтре(5), разделенном на два уровня 1 и 2(рис.2).

Установка работает таким образом : в рабочем режиме при включении электродвигателя(1) через муфту(2) начинает работать насос(3) и всасывает масло из емкости(11) по магистрали, соединяя емкость(11) с насосом(3), при этом краны(12),(13) должны быть открытыми, а краном(21) бай-пас регулируется предыдущее рабочее давление в системе, которое контролируется манометром(19). Температура масла фиксируется термометром(18). При

открытом кране(13) под давлением масел проходит по магистрали в фильтр(5), где на 1-ому этапе предварительно очищается, проникая через фильтрующий элемент (7).

Потом предварительно очищенное масло проходит через керамический фильтр(8) в полость - 2 вторая степень(микрофильтрация). При открытом кране(20) очищенное масло по маслопроводу(9) попадает в емкость(10) как готовый продукт. При засорении фильтрующих элементов(7),(8) фильтр (5) очищается сжатым воздухом в обратном направлении. Слив загрязнений осуществляется открытием крана(14). Перед очисткой осуществляется коагуляция примесей гидродинамическим аппаратом. Предложенная установка изготовлена и апробирована в условиях агропроизводства, полученные результаты(см. табл.3) [9-20].

Общий вид двухступенного фильтра установки(5) изображен на рис. 3.

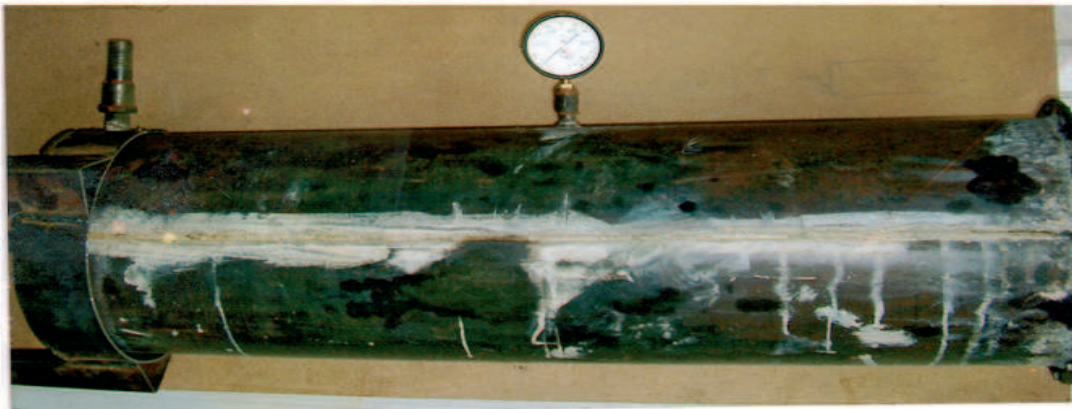


Рис. 3. Общий вид двухступенного фильтра.
Fig. 3. General view of filter with two stages of cleaning.

Таблица 3. Показатели качества подсолнечного масла после двухступенной очистки
Table 3. Indexes of quality of sunflower-seed oil after two stages of cleaning

Название показателей	Показатели
Сорт	Высший
Массовая часть нежирных веществ, %	Отсутствуют
Массовая часть летучих веществ, %	0,10
Степень прозрачности, Фем	25
Кислотное число, кон/г	0,35 – 0,40
Перекисное число, моль/кг	5,00 – 10,0
Цветное число, мг/йода	10

Из таблицы 3 можно увидеть, что очищенное на предложенной установке масло, отвечает требованиям ДСТ 1129-93 "Масло подсолнуха. Технические условия". Разработанная установка имеет ряд преимуществ :

- простота в обслуживании;
- не накапливается осадок (кислотное и перекись число);

- освещение растительного масла;
- отсутствующие потери масла в технологическом процессе;
- затрата электроэнергии уменьшается на 20 - 30 в сравнении с существующими фильтрами;
- высокая надежность в эксплуатации;

- установка по своим технико-экономическим характеристикам может быть использована в мини-цехах агропроизводства.

ВЫВОДЫ

Разработанная технология обеспечивает комплексную очистку масла от фосфатида, механических и других примесей. Качество очищенного масла отвечает требованиям государственного стандарта. Установка по своим технико-экономическим характеристикам может быть использована в мини-цехах агропроизводства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Топилин Г., 2002.: Малогабаритная установка для получения гидродинамически активной смеси// 1-ая межд. конф. «Энергия из биомассы», 242 – 243.
2. Топилин Г., Талаякер Л., 2005.: Биодизтопливо на основе рапсового масла.// MOTROL. – №5, 23 – 26.
3. Биопалива (технології і обладнання), 2004.:/ В.О. Дубровін, М.О. Корчений, І.П. Масло. – К.: Енергетика і електрифікація. – 256.
4. Ковалишин С., 2008.: Сировинна база західного регіону України для виробництва біодизеля// MOTROL. – №10А, 220 – 224.
5. Пат. України № 31463, С10L8/00, 2008.:/ С. Уминський. Гідродинамічна установка для отримання біодизельного палива. – Бюл. №7
6. Топілін Г., Уминський С., 2007.: Розвиток методів та технологічних засобів виробництва біодизельного палива. Аграрний вісник Причорномор'я.: Зб. наук. пр. Технічні науки. – Вип. 40, 84 – 88.
7. Топілін Г., Уминський С., 2009.: Використання гідродинамічних апаратів у технологічних процесах. – Одеса: ТЕС. – 184.
8. Топілін Г., Уминський С., 2008.: Гідродинамічний апарат для отримання екологічно чистого біодизельного палива// Матеріали 12-ої міжн. науч. конф. «Удосконалення процесів та обладнання харчових та хімічних виробництв», 119 – 121.
9. Topilin G., Uminski S., 2008.: Biodiesel fuel for agricultural manufacture// – ТЕКА Kom. Mot. Energ. Roln. – Vol. VIII, 283 – 287
10. Топілін Г., Уминський С., 2007.: Использование гидродинамических аппаратов в агропроизводстве// Аграрний вісник Причорномор'я. Зб. наук. пр. Технічні науки. – Вип. 40, 64 – 79.
11. Пат. України № 37619, С10I 5/40, 2008.:/ Уминський С. Універсальна установка для виробництва біодизельного палива. – Бюл. № 23.
12. Перник А., 1966.: Проблемы кавитации. – Л: Строймаш. – 356.
13. Ультразвук, 1979.: Мала енциклопедія. – К.: Радянська енциклопедія. – 460.
14. Фоминский П., 2003.: Роторні генератори. – Черкаси: ОКО-Плюс. – 346.
15. Назаренко А., 1972.: Акустика и ультразвуковая техника. – 367.
16. Бергман Л., 1957.: Ультразвук и его применение в науке и технике. – М: Колос. – 234.
17. Топилин Г., Уминский С. и др., 2007.: Определение параметров гидродинамического излучателя для аграрного оборудования.// Аграрний вісник Причорномор'я. Зб. наук. пр. Технічні науки. – Вип. 40, 92 – 96.
18. Топилин Г., 2002.: Малогабаритная установка для получения гидродинамически активной смеси бензина с этанолом. – 1-ая межд. конф. «Энергия из биомассы», 242 – 245.
19. Топілін Г., Уминський С. та ін., 2007.: Синтез технології та розробка методики випробувань сумішного бензину. Аграрний вісник Причорномор'я. Зб. наук. пр. Технічні науки. – Вип. 40, 129 – 135.
20. Зуев В., Кряжков Г. и др., 1981.: Ультразвуковая обработка дизельных топлив как средство борьбы с нагарообразованием. – Научные труды Ленинградского с.-х. ин-та. – т. 41, 46 – 50.
21. Topilin G., Uminski S., 2009.: Production of biodiesel fuel for self-propelled agricultural machinery.// ТЕКА Kom. Mot. Energ. Roln. – Vol. IX, 353 – 357.

RECEPTION BIODIESEL FUEL FOR MOBILE MACHINERY

Summary. Dialogue is carried out and installation for reception of biodiesel fuel in conditions manyfactory is created.

Key words: hydrodynamical radiator, installation wave, reflector.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ БИОТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ЭТЕРИФИКАЦИИ КОМПОНЕНТОВ

Сергей Уминский*, Илья Николенко**

*Одесский государственный аграрный университет

**Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Адрес: Украина, 27037, г. Одесса, ул. Канатная, 99. e-mail: umoshi@mail.ru

Аннотация: Подытожены материалы и разработано устройство для производства биодизельного топлива в условиях агропроизводства.

Ключевые слова: гидродинамический излучатель, акустическая волна, отражатель, диспергирование, дизельное топливо.

ВВЕДЕНИЕ

Европейские страны (Германия, Австрия, Франция и др.) успешно организуют производство биодизтоплива "БДТ" для тракторной техники и автомобилей [1]. Принцип производства "БДТ" - происходит этерификация рапсового масла с метиловым или этиловым спиртом при наличии молочного катализатора. Результатом этерификации является активизированная смесь, вмещающая биодизельное топливо, глицерин и другие компоненты. За рубежом, например, странах ЕС, комплекс «производство масла - получение биодизеля» собирается в единственном производственном цикле. Основные производители "БДТ" в странах ЕС :

- Diester Industrie (Франция);
- INEOS Chlor (Великобритания);
- ADM, RVM (Германия);
- Novaol, DR Lubrificanti (Италия);
- Bionet Europa SC (Испания).

ПРОБЛЕМА ИССЛЕДОВАНИЙ

В Европе ежегодно производится 600 тыс. т. биотоплива. За последние 10 лет спрос на "БДТ" вырос на 5 млн. т. Прогнозируется в зарубежных странах производство биодизтоплива до конца 2010 г. - 12 млн. т. Общая же потребность - 25 млн. т. В Украине сложились объективно условия для освоения производства "БДТ" на основе рапсового масла, прежде всего на мини-заводах, агро-производствах. Такой прецедент уже есть, например, Польская компания "Map - Zoil". Решение проблемы производства биодизеля предусмотрено и в Украине (Указ Президента, Украины №1094). Согласно указа, министерством аграрной политики Украины сформулированная концепция государственной программы по разработке и внедрению технологий и оборудования для производства альтернативного топлива включая "БДТ"[2,3].

Цель исследований: Разработать универсальную гидродинамическую установку для производства "БДТ" на основе диспергирования на моле-

кулярном уровне рапсового масла с этанолом в присутствии молочного катализатора (например, гидроксида натрия).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Установка предназначена для получения БДТ в условиях агропромышленного производства. Принципиальная схема универсальной установки для получения БДТ представлена на рис.1. Установка включает в себя технологическую емкость 1 для сырья (рапсовое масло), гидростанцию, которая состоит из электродвигателя 3, муфты 4, насоса 5, бай - паса 6 и крана 7 для регулирования давления масла в системе. Бай - пас 6 нагнетающей магистралью 8 и через кран 9 соединен с дозатором - смесителем 10 инжекторного типа и гидродинамическим диспергатором 19. Дозатор - смеситель 10 и диспергатор 19 установлены последовательно, причем выход дозатора соединен с выходом диспергатора. Дозатор-смеситель 10 имеет полость разжижения "Р" между соплом 11 и расширителем 12, размещенным в его корпусе навстречу друг дружке. Полость разжижения дозатора трубопроводом 17 через кран 18, соединенная с коллектором 13. Коллектор 13 соединен арматурой через краны 14, 15 и 16 с внутренними полостями бака 35, который имеет три секции 20, 21 и 22 для компонентов. Секция 20 предназначена для дизельного топлива нефтяного происхождения, секция 21 - для метанола, секция 22 - катализатора (гидроксид натрия). Выход дозатора 10 соединен с входом гидродинамического диспергатора 19. Одновременно выход диспергатора трубопроводом соединен с технологической емкостью 24 для гидродинамически активной смеси рапсового масла с компонентами, которые приходят из секции 20, 21 и 22 бака 35 через коллектор 13 и дозатор - смеситель 10. Емкость 24 через кран 25 соединена с сепаратором 26 для разделения фаз "биодизель" и "водно-глицериновая смесь", соответственно поступающих в емкости 27 и 28. Емкость 28 для "водно - глицериновой смеси" соединена с фильтром-влагоочистителем 29, который в свою очередь со-

единен с емкостью 30 для глицерина и 31 для сбора влаги (воды). Емкость 24 оснащена дренажным трубопроводом 32 с краном 33 для выдачи готовой продукции. Установка оборудована измерительными приборами (манометром 36, датчиком температуры 37, расходомером биодизеля 34). [4,5,6] Установка конструктивно выполнена по модульно-блочному типу, который обеспечивает универсальность [7,8]. Универсальность установки предусматривается ее возможностью работать в трех режимах, а именно:

1. Получение БДТ на основе диспергирования холоднопредсжатого очищенного рапсового мас-

ла(РМ), дизельного топлива(ДТ) нефтяного происхождения и метанола(М), с влиянием катализатора (К).

2. Получение БДТ на основе чистого метилового эфира(МЭ), из динамически активизированной смеси(РМ) и(М), обработанной катализатором(К).

3. Получение БДТ из смеси ДТ и РМ диспергированием компонентов на молекулярном уровне.

Универсальная установка [9,10] работает в режимах 1, 2 и 3 таким образом:

В режиме 1 - краны 14, 15, и 16 бака 35 открыты для прохождения в дозатор-смеситель 10 всех компонентов.

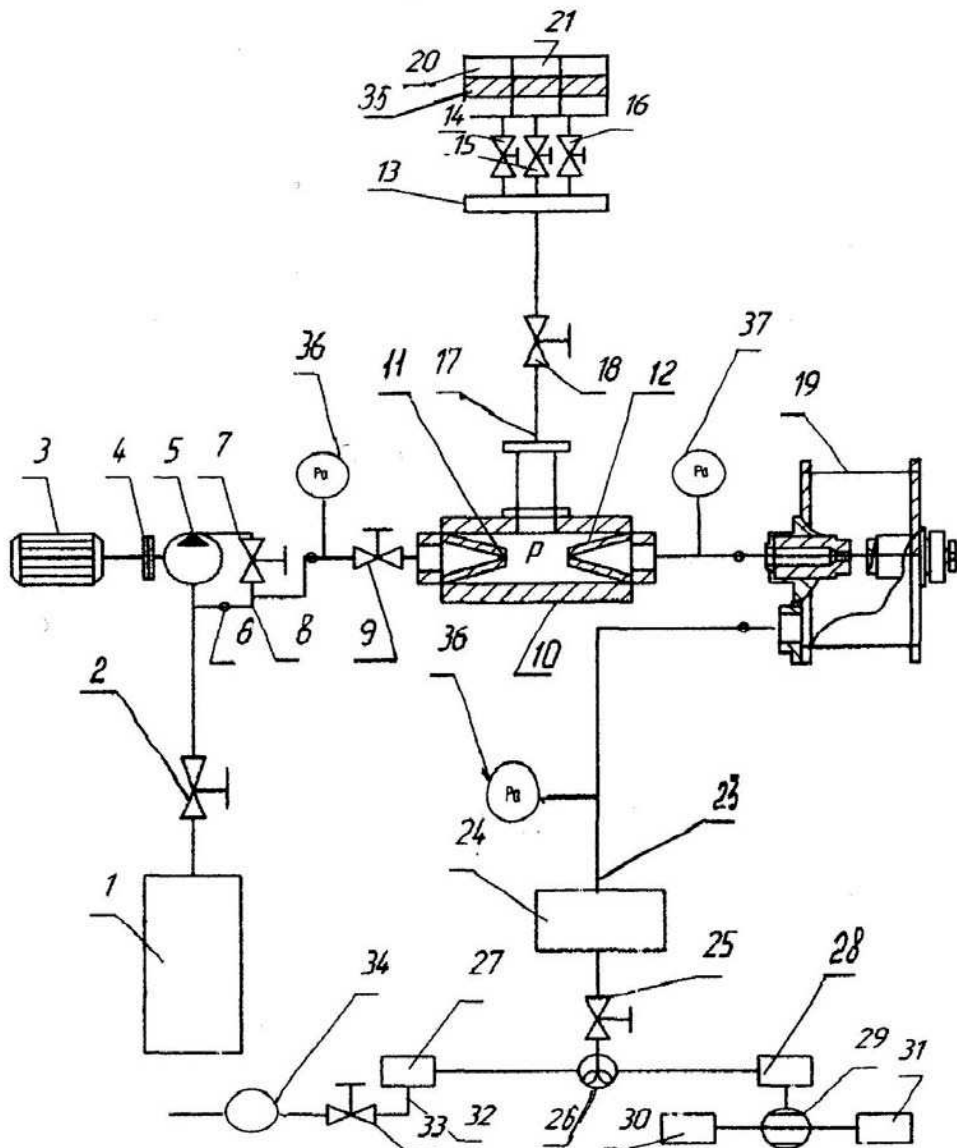


Рис. 1. Универсальная установка для производства биодизельного топлива
Fig. 1. Universal fluidizer production of biodiesel fuel

При включении приводной электродвигатель 3 через муфту 4 начинает вращать гидронасос 5, который всасывает РО из емкости 1 и подает ее в бай - пас 6 и напорную магистраль 8 установки. После этого краном 6 бай-паса регулируется рабочее давление в магистрали 8, который контролируется манометром 36. Рапсовое масло под давлением проходит по напорной магистрали 8 при открытом кране 9 и попадает в дозатор - смеситель 10. Одновременно при открытых кранах 14, 15 и 16 из секций 20, 21 и 22 бака 35 в коллектор 13 попадают компоненты (ДТ, МТ и К), которые заблаговременно в нем, смешавшись, всасываются через открытый кран 18 и трубопровод 17 в полость разжижения Р дозатора 10. В дозаторе-смесителе 10 рапсовое масло интенсивно напитывается компонентами(ДТ, М и К). Предварительно насыщенная смесь попадает в гидродинамический кавитатор 19. В кавитаторе 19 выполняется глубокое диспергирование смеси компонентов из РМ на молекулярном уровне. Активированная смесь, получая свойства БДТ поступает по трубопроводу 23 в технологическую емкость 24, а потом - в сепаратор 26 при открытом кране 25. В сепараторе 26 смесь разделяется на фазы "биодизель" и "водно - глицериновая смесь", потом каждая фаза поступает в соответствующие

емкости 27 и 28. Далее "водно - глицериновая смесь" подается из емкости 27 в фильтр-влажеоочиститель 29, где разделяется на глицерин и воду. Глицерин сливается в емкость 30, а влага(вода) в емкость 31. В результате готовая продукция "БДТ" из емкости 27 по трубопроводу 32 при открытом кране 33 через расходомер 34 выдается потребителю. Глицерин может быть использован при производстве кормовых добавок для В режиме 2 - установка работает при закрытом кране 14 и открытых кранах 15 и 16 для попадания соответствующих компонентов(метанола и катализатора) через коллектор 13 в полость разжижения Р дозатора смесителя 10. Технологический процесс получения БДТ аналогичен работе в режиме 1.

В режиме 3 - установка работает при закрытых кранах 15 и 16 бака 35 и открытом кране 14 для попадания ДТ нефтяного происхождения через трубопровод 13 в полость разжижения Р дозатора-смесителя 10. В дальнейшем подобным образом, как и по п.п. 1 и 2, протекает технологический процесс получения "БДТ" на основе диспергирования ДТ и РМ. Установка [11] апробирована в условиях агропроизводства, полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Свойства биодизельного топлива и дизельного топлива нефтяного происхождения

Table 1. Properties of biodiesel fuel and fuel-oil of oil origin

Вид топлива	Показатели			
	Цетановое число	Кинематическая вязкость при t=20°C, мм ² /с	Температура вспышки °С	Плотность при t=20°C, кг/м ³
Биодизельное топливо из рапсового масла	50	7,83	50	850
Дизельное топливо нефтяного происхождения	48	6,0	40	860

ВЫВОДЫ

Универсальная установка для производства биодизельного топлива испытана в ЮНТЦ (УААН), получены обнадеживающие результаты, а именно:

- биодизельное топливо по своим физико-эксплуатационным свойствам практически не отличается от дизельного топлива нефтяного происхождения;
- выбросы отработанных газов значительно уменьшаются;

- выбросы твердых частей уменьшаются до 50
- работоспособность дизелей практически не изменяется без конструктивной модернизации основных узлов и агрегатов;

- работа дизельных двигателей на биодизельном топливе экологически безопасно, что имеет большое значение для защиты окружающей среды;

- производительность установки 1100 л/час биодизельного топлива. Установка может быть использована для обеспечения биодизельным топливом агропроизводства, учитывая простоту ее конструкции, производительность и небольшие габаритные размеры, а также возможность выращивания рапса в Украине.

Производство биодизельного топлива можно легко организовать в условиях фермерского хозяйства. Стоимость биодизельного топлива в настоящее время не превышает стоимость традиционного нефтяного дизельного топлива и имеет тенденцию к снижению. Биодизельное топливо получило широкое распространение во многих странах мира, среди которых Германия, Австралия, Австрия, Чехия, Франция, Италия, Швеция, США, а также другие страны. Специалисты по моторной технике считают биодизельное топливо лучшим топливом для двигателей с самозажиганием. Опираясь на заграничный опыт, разработанная нами установка будет полезной для решения проблем обеспечения агропроизводства Украины дизельным топливом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Топилин Г., 2002.: Малогабаритная установка для получения гидродинамически активной смеси.// 1-ая межд. конф. «Энергия из биомассы», 242 – 243.
2. Топилин Г., Талянкер Л., 2005.: Биодизтопливо на основе рапсового масла.// MOTROL. – №5, 23 – 26.
3. Біопалива (технології і обладнання), 2004.:/ В.О. Дубровін, М.О. Корчений, І.П. Масло. – К.: Енергетика і електрифікація. – 256.
4. Ковалишин С., 2008.: Сировинна база західного регіону України для виробництва біодизеля.// MOTROL. – №10А, 220 – 224.
5. Пат. України № 31463, С10L8/00, 2008.:/ С. Уминський. Гідродинамічна установка для отримання біодизельного палива. – Бюл. №7
6. Топілін Г., Уминський С., 2007.: Розвиток методів та технологічних засобів виробництва біодизельного палива. Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Технічні науки. – Вип. 40, 84 – 88.
7. Топілін Г., Уминський С., 2009.: Використання гідродинамічних апаратів у технологічних процесах. – Одеса: ТЕС. – 184.
8. Топілін Г., Уминський С., 2008.: Гідродинамічний апарат для отримання екологічно чистого біодизельного палива.// Матеріали 12-ої міжн. науч. конф. «Удосконалення процесів та обладнання харчових та хімічних виробництв», 119 – 121.
9. Topilin G., Uminski S., 2008.: Biodiesel fuel for agricultural manufacture// – ТЕКА Ком. Mot. Energ. Roln. – Vol. VIII, 283 – 287.
10. Топілін Г., Уминський С., 2007.: Использование гидродинамических аппаратов в агропроизводстве.// Аграрний вісник Причорномор'я. Зб. наук. пр. Технічні науки. – Вип. 40, 64 – 79.
11. Пат. України № 37619, С10I 5/40, 2008.:/ Уминський С. Універсальна установка для виробництва біодизельного палива. – Бюл. № 23.
12. Перник А., 1966.: Проблемы кавитации. – Л: Строймаш. – 356.
13. Ультразвук, 1979.: Мала енциклопедія. – К.: Радянська енциклопедія. – 460.
14. Фоминский П., 2003.: Роторні генератори. – Черкаси: ОКО-Плюс. – 346.
15. Назаренко А., 1972.: Акустика и ультразвуковая техника. – 367.
16. Бергман Л., 1957.: Ультразвук и его применение в науке и технике. – М: Колос. – 234.
17. Топилин Г., Уминский С. и др., 2007.: Определение параметров гидродинамического излучателя для аграрного оборудования.// Аграрний вісник Причорномор'я. Зб. наук. пр. Технічні науки. – Вип. 40, 92 – 96.
18. Топилин Г., 2002.: Малогабаритная установка для получения гидродинамически активной смеси бензина с этанолом. – 1-ая межд. конф. «Энергия из биомассы», 242 – 245.

19. Топілін Г., Уминський С. та ін., 2007.: Синтез технології та розробка методики випробувань сумішного бензину. Аграрний вісник Причорномор'я. Зб. наук. пр. Технічні науки. – Вип. 40, 129 – 135.

20. Зуев В., Кряжков Г. и др., 1981.: Ультразвуковая обработка дизельных топлив как средство борьбы с нагарообразованием. – Научные труды Ленинградского с.-х. ин-та. – т. 41, 46 – 50.

21. Topilin G., Uminski S., 2009.: Production of biodiesel fuel for self-propelled agricultural machinery.// ТЕКА Ком. Mot. Energ. Roln. – Vol. IX, 353 – 357.

FORMING OF PROCESS OF MAKING OF BIOPROPELLANT ON BASIS OF ETERIFIKATION OF COMPONENTS

Summary Dialogue is carried out and installation for reception of biodiesel fuel in conditions manyfactory is created.

Key words: hydrodynamical radiator, installation wave, reflector.

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ОГНЕЗАЩИТЫ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Ирина Елькина

Национальная академия природоохранного и курортного строительства
Адрес: Украина, 95493, г. Симферополь, ул. Киевская, 181. e-mail: irivel@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены актуальные способы и средства огнезащиты деревянных конструкций а также технологии их применения. Изучена оценка качества огнезащитной обработки деревянных конструкций и материалов.

Ключевые слова: огнезащита, деревянные конструкции, технология, эффективность.

ВВЕДЕНИЕ

Древесина и конструкции из нее широко применяются в строительстве производственных, жилых, общественных и индивидуальных зданий и сооружений, этот материал обладает высокими экологическими и декоративными показателями, в связи с этим тенденция роста применения конструкций и отделочных материалов на основе древесины будет сохраняться.

Возрастающее количество пожаров в зданиях обуславливает необходимость проведения специальных пожарно-профилактических мероприятий, стоимость которых составляет до 10% полной стоимости сооружения современных зданий и до 30% стоимости конструкций подлежащих огнезащите. Большое внимание обращается на проблему обеспечения пожарной безопасности зданий, несущие, ограждающие, чердачные или мансардные конструкции которых выполнены из древесины [1].

Одно из традиционных направлений огнезащиты — снижение вероятности возгорания горючих материалов при воздействии на них случайных источников огня, ограниченных по времени действия и мощности, так называемые малокалорийные источники: короткое замыкание, непотушенная спичка, окурок, расплавленные капли металла, образующиеся при сварке, воспламенившаяся промасленная ветошь и т.п. Считается, что около 80% пожаров возникают именно по этим причинам. В связи с этим огнезащита древесины, препятствующая ее возгоранию от малокалорийных источников, и в дальнейшем будет актуальной задачей при строительстве.

Целью работы является исследование актуальных проблем огнезащиты деревянных конструкций и рассмотрение современных способов их решения.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Под огнезащитой древесины в общем случае понимается снижение горючести и пожарной опасности различных материалов (отделочные и обли-

цовочные, конструкционные и др.) и изделий (декорации, двери, перегородки, конструкции кровли и др.) на основе древесины. Механизм огнезащиты обусловлен сочетанием различных физико-химических процессов снижения скорости прогрева (вспучивающиеся покрытия) и изменения механизма термодеструкции с увеличением выхода коксового остатка и снижения выхода горючих газов, а также ингибирования горения конденсированной и газовой фазы (антипирены) [2, 3, 4]. В данной работе поставлены задачи по изучению существующих составов и технологий их применения, рассмотрены методики оценки качества огнезащитной обработки и актуальны проблем при этом. Также необходимо определить огнезащитные средства, позволяющие перевести конструкции из древесины в I группу огнезащитной эффективности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Поверхностная пропитка. Процесс пропитки состоит из нанесения водных растворов огнезащитных солей (антипиренов) на поверхность древесины и изделий из нее. Поверхностная огнезащитная пропитка затрудняет распространение пламени по поверхности древесины, в ряде случаев препятствует возгоранию. Метод поверхностной пропитки применяется в основном для огнезащиты готовых деревянных конструкций, эксплуатирующихся в условиях, исключающих попадание влаги на защищаемые поверхности.

При поверхностной огнезащитной обработке глубина проникновения антипиренов в древесину, как правило, не превышает 1 мм в направлении поперек волокон и 5 мм вдоль волокон. При этом иногда на поверхности древесины после высыхания наблюдается появление налета в виде мелких кристаллов.

Разработаны также пропиточные составы, имеющие несколько компонентов, применяющихся порознь. Сначала поверхность древесины обрабатывается одним, а затем, после промежуточной сушки, другим компонентом. Такой прием обычно применяется для придания огнезащитному слою дополнительных свойств, таких, например, как

обеспечение большего срока службы, влагостойкости, атмосферостойкости и т. д. Пропитанные детали не должны подвергаться дополнительной механической обработке, приводящей к снятию огнезащитного слоя. В случае, когда необходимо снять защитный слой с некоторых частей защищенной поверхности, следует произвести дополнительную пропитку раствором с температурой (50-60) °С за два раза.

При повторной ежегодной обработке поверхности допускается снижение расхода раствора

Пропитка способом прогрет – холодная ванна. Пропитка способом прогрет - холодная ванна используется для огнезащиты конструкций и изделий из древесины, эксплуатируемых в закрытых зданиях и сооружениях с относительной влажностью воздуха не более 70 %.

Для пропитки используется состав МС (1:1), представляющий собой 15 %-ный раствор солей-антипиренов, состоящий из диаммонийфосфата марки А или Б и сульфата аммония в соотношении 1:1. Взамен диаммонийфосфата допускается применять аммония гидроортофосфат.

Метод пропитки прогрет - холодная ванна позволяет получить различную степень пропитки древесины в зависимости от режима пропитки, породы древесины и ее предпропиточной подготовки [4].

Глубокая пропитка. Глубокая пропитка является наиболее надежным способом огнезащиты

древесины и изделий из нее и обеспечивает I группу огнезащитной эффективности по ГОСТ 16363 (НПБ 251). Глубокая пропитка производится в автоклаве растворами огнезащитных солей (антипиренов) и предназначена для деревянных строительных конструкций.

Пиломатериалы и заготовки должны соответствовать следующим требованиям: не допускается наличие гнили, засмолок, рака, загнивших, гнилых и табачных сучков; влажность древесины не должна превышать (15 ± 2) %; механическая обработка древесины и изделий из нее должна производиться до их пропитки.

Наиболее распространенным эффективным составом для глубокой пропитки является состав МС (1:1), представляющий собой 15 %-ный раствор, состоящий из диаммонийфосфата марки А или Б и сульфата аммония в соотношении 1:1. Взамен диаммонийфосфата допускается применять аммония гидроортофосфат.

Продолжительность процесса пропитки и давление в автоклаве зависят от породы древесины и размеров пропитываемых материалов. В качестве средних цифр могут быть рекомендованы представленные в табл. 2

В табл. 1 приведены стадии технологического процесса и основные технологические параметры поверхностной огнезащитной обработки для ряда известных составов [5].

Таблица 1. Стадии технологического процесса
Table 1. Stages of technological process

Стадии технологического процесса и основные технологические параметры	Наименование огнезащитного состава		
	МС	ПП	ВАНН-1
1. Подготовка поверхности древесины	+	+	+
2. Приготовление рабочего раствора: раствор готовится из сухой смеси используется готовый раствор	+	+	+
	+	+	-
3. Нанесение состава на поверхность способом:			
погружения	+	+	+
кистью	+	+	+
опрыскивания	+	+	+
4. Кратность нанесения	2-3	2-3	2-4
5. Расход состава, г/м ² , не менее:			
при 2-кратном нанесении	500	400	390
при 3-кратном нанесении	600	500	390
фактический с учетом потерь и сложности конфигурации изделия	до 1000	до 800	
. Промежуточная сушка, ч	2-6	не менее 6	5-24

Таблица 2. Продолжительность процесса пропитки
 Table 2. Duration of process of impregnation

Порода древесины	Продолжительность процесса пропитки, ч	Давление, кгс/см ²
Ольха, бук, береза	2-6	8,26-10,33
Сосна, ель	8-12	10,33-12,40
Ясень	10-12	12,40-15,40
Дуб	15-20	15,40-16,53

За окончание процесса пропитки можно считать время, когда за последние 10 мин выдержки под давлением поглощается не более 5 л раствора на 1 м³ древесины, зафиксированное контрольно-измерительными приборами.

Для каждой партии пропитанного в автоклаве материала должны быть определены привес сухих солей, огнезащитная эффективность и влажность после сушки.

Привес сухих солей определяется по формуле

$$A = \frac{K \cdot C}{100 \cdot Y},$$

где А - количество сухих солей в 1 м³ древесины, кг/м³; К - общее количество поглощенного пропиточного раствора, кг; С - концентрация огнезащитных солей в рабочем растворе, %; Y - объем пропитываемого материала, м³ [5].

Поверхностная обработка красками, лаками, эмалями. Огнезащита древесины и изделий из нее посредством нанесения на поверхность лаков, красок и эмалей является более современным и совершенным способом, чем пропитка растворами солей (антипиренов). Наносить огнезащитные лаки, краски и эмали можно кистью, валиком или распылением. В отличие от пропиточных растворов данный вид огнезащиты позволяет получить декоративную поверхность при более высокой огнезащитной эффективности, зависящей от толщины наносимого слоя и использования в составе как водорастворимых, так и растворимых в органических растворителях наполнителей. К подготовке поверхности при нанесении красок, эмалей и особенно лаков предъявляются повышенные требования - древесина должна быть фрезерованной и тщательно отшлифованной.

Технология применения огнезащитных лаков, красок и эмалей может предусматривать нанесение грунтовочного и отделочного слоев, позволяющих покрытию более прочно держаться на поверхности древесины и защищать ее от воздействия повышенной влажности воздуха и агрессивных паров и газов, а также увеличить срок эксплуатации огнезащитного покрытия.

При применении огнезащитных лаков, красок и эмалей следует руководствоваться требованиями нормативной документации на каждый конкретный

состав, а при проведении окрасочных работ с использованием лаков, красок и эмалей на органических растворителях необходимо строго соблюдать требования пожарной безопасности [5].

Поверхностное нанесение паст и обмазок.

Пасты и обмазки наряду с пропиточными составами используются для огнезащиты древесины довольно давно, хотя ассортимент их до недавнего времени оставался весьма ограниченным. В настоящее время разработан ряд отечественных огнезащитных покрытий на силикофосфатном связующем или жидком стекле с использованием минеральных наполнителей и отходов различных производственных процессов (ЭСМА, ОВПФ-1 и др.

К общим недостаткам паст и обмазок следует отнести образование покрытия менее декоративного вида.

При эксплуатации конструкций и материалов, огнезащищенных пастами, обмазками, лаками и красками на основе силикофосфатного связующего или жидкого стекла, огнезащитный слой покрывается белым налетом, становится более хрупким и может растрескаться и осыпаться (при тонкослойном покрытии). В связи с этим указанные составы должны применяться для огнезащиты конструкций и материалов, эксплуатируемых в сухих помещениях с минимальным перепадом температуры и влажности воздуха и в местах, к которым не предъявляются декоративные требования [5].

Оценка качества огнезащитной обработки деревянных конструкций и материалов.

Сущность метода заключается в оценке огнезащитных свойств по признакам воспламенения образцов поверхностного слоя древесины, подвергнутой огнезащитной обработке, в результате воздействия пламени газовой горелки.

Оборудование для испытаний: малогабаритный переносной прибор (далее ПМП-1) конструкции ВНИИПО - свидетельство на полезную модель № 9399 от 16.03.99 г., состоящий (см. рис. 1) из корпуса 1 с укрепленной на нем газовой горелкой 2, поворотной крышки 3 с зажимным устройством 4. В качестве газовой горелки рекомендуется использовать бытовую газовую зажигалку, предпочтительно с регулируемой высотой пламени. Основные технические данные: габаритные размеры не более (135x50x50) мм, масса не более 0,25 кг.

Условия проведения испытаний: относительная влажность воздуха и атмосферное давление при проведении испытаний соответствуют нормальным условиям. Температура окружающей среды (10...30) °С.

Подготовка образцов. При контроле качества выполненной огнезащитной обработки проводится визуальный осмотр обработанных поверхностей конструкций с целью определения соответствия внешнего вида и состояния поверхности конструкций требованиям нормативных документов - технические условия, инструкция по применению и т. д., на примененное средство огнезащиты, а также выявления мест, вызывающих сомнение в качестве обработки.

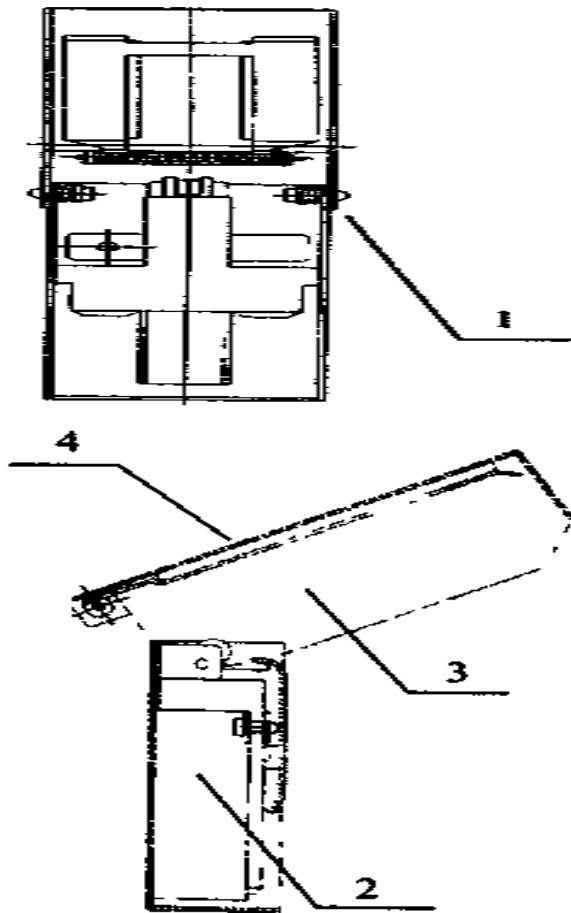


Рис.1. Схема прибора ПМП-1: 1 - корпус; 2 - газовая горелка; 3 - поворотная крышка; 4 - зажимное устройство
Fig.1 Chart of device of PMP-1: 1 is a corps; 2 is a gas burner; 3 is a turning lid; 4 is a clamping device

Затем с поверхности древесины в точках, равномерно распределенных по площади огнезащитных конструкций; в местах, вызывающих сомнение в качестве обработки; с различных типов конструкций (стропила, обрешетка и др.) отбирается поверхностный слой (стружка) прямоугольной

формы следующих размеров: длина (50-60) мм, ширина (25-35) мм, толщина (1-1,5) мм. Образцы снимаются непосредственно с деревянных конструкций доступным режущим инструментом. Места отбора проб маркируются, и оголенные участки после отбора проб покрываются огнезащитным составом с группой огнезащитной эффективности не ниже, чем у примененного. Норма отбора количества образцов: не менее 4-5 с каждой 1000 м² или одного объекта (здания) при площади обработки менее 1000 м². После отбора образцов необходимо довести их размеры до рекомендуемых (допускается стачивание части подложки для получения требуемой толщины со стороны, не подвергавшейся обработке, а также обрезание кромок для придания образцу прямоугольной формы).

Перед испытанием образцы в течение 40...60 мин выдерживают на ровной открытой поверхности в помещении при нормальных условиях.*

Поверхностная огнезащитная обработка образца считается некачественной (отрицательный результат), если:

1. Наблюдается хотя бы одно из следующих явлений: самостоятельное горение образца после отключения газовой горелки (допускается наличие локального горения в зоне воздействия газовой горелки в течение не более 5 с после ее отключения); сквозное прогорание образца до образования отверстия; обугливание лицевой стороны образца на всей площади, ограниченной рамкой зажимного устройства.

2. Обугливание образца происходит на всю глубину в зоне воздействия пламени газовой горелки при наличии признаков воспламенения образца (пламенное горение вне зоны воздействия пламени газовой горелки).

Результаты испытаний заносятся в таблицу испытаний (прил. 4), в которой для каждого испытанного образца указывается место отбора данного образца и результат испытания.

Поверхностная огнезащитная обработка считается качественной при условии положительных результатов испытаний по всем отобраным образцам.

В случае получения отрицательных результатов по отдельным образцам, но не более 2, нужно повторить испытание с удвоенным количеством образцов из мест, где был получен отрицательный результат. При получении положительного результата огнезащитная обработка считается качественной [5].

ВЫВОДЫ

Огромное количество сертифицированной продукции создает затруднение при выборе типа и средств огнезащиты, а противоречивые данные, о качественных характеристиках огнезащитных составов, предоставляемые в рекламно-сопроводительной документации производителя или продавца могут стать причиной неверных технических решений и просчетов, допускаемых при проектировании и осуществлении мероприятий по огнезащите объектов.

Данные сертификационных испытаний одного и того же материала в различных испытательных лабораториях существенно отличаются друг от друга, что наводит на мысль об отсутствии сходимости результатов испытаний проведенных в разных испытательных лабораториях.

Существенно отличаются данные по расходу одного и того же материала на 1 мм толщины сухого слоя покрытия в зависимости от группы огнезащитной эффективности, несмотря на то что данная величина является постоянной.

Таким образом, необходимы исследования по рынку огнезащитных материалов, об их огнезащитной эффективности и возможностях использования в различных эксплуатационных условиях. Широкий ассортимент новых огнезащитных средств дает возможность выбора как с точки зрения экономической выгоды, так и по качественным показателям. При этом необходим более точный анализ, обоснования экономической эффективности и подтвержденные данные по эксплуатации зданий и сооружений с использованием новых методик по огнезащите и современных огнезащитных средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровский Б., Лапина Е. 2009.: Техногенные аварии в системах газоснабжения и их предупреждение// MOTROL. – №11А, 120 – 124.
2. ГОСТ 30247.0-94, 1996.: Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования, МНТКС – М.: ИПК Издательство стандартов. – 86.
3. ДСТУ Б В.1.1–18:2007.: Захист від пожежі. Споруди та фрагменти будівель. Метод натурних вогневих випробувань. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України – 124.
4. ДБН В.1.2-7-2008: Пожежна безпека. Основні вимоги до будівель і споруд. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. – К.: Мінрегіонбуд України. – 96.
5. ГОСТ 16363-98, 1998.: Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств. М.: ИПК Издательство стандартов. – 58.

6. Собоурь С., 2003.: Огнезащита материалов и конструкций: Справочник. – М.: Спецтехника. – 232.

MODERN WAYS AND MEANS OF FIRE PROTECTION OF WOODEN STRUCTURES, TECHNOLOGY AND THEIR USE CURRENT ISSUES

Summary. The actual methods and means of fire protection of wooden structures and the technology they use. Studied the evaluation of quality fire retardant wooden structures and materials.

Key words: fire protection, wooden structures, technology, efficiency.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В УПРАВЛЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ РЕГИОНА

Наталия Ветрова

Национальная академия природоохранного и курортного строительства
Адрес: Украина, 95493, г. Симферополь, ул. Киевская, 181. e-mail: хаос@napks.edu.ua

Аннотация. Рассмотрены основные характеристики системы управления экологической безопасностью территории, выделены роль и место экологического мониторинга и экологического аудита в механизме экологического управления на современном этапе функционирования эколого-экономических систем

Ключевые слова: экологическая безопасность, управление, механизм, экологический мониторинг, экологический аудит.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня мировое сообщество значительное внимание уделяет проблемам экологии и признает необходимость обеспечения жизнедеятельности нынешнего поколения, не лишая будущих членов общества возможностей удовлетворения своих потребностей жить в экологически пригодной среде. Согласование образа жизни с экологическими возможностями предполагает определение ограничений в эксплуатации природных ресурсов, связанных со способностью биосферы справляться с последствиями хозяйственной деятельности, а также сбалансированность роста численности населения с производительным потенциалом экосистемы.

После всестороннего рассмотрения и обсуждения проблем жизнеобеспечения на международных экологических форумах мировое сообщество подошло к пониманию необходимости перехода к устойчивому развитию. Однако остается нерешенным целый комплекс научно-практических проблем установления критериев оценки уровня устойчивости развития территории, параметров состояния природной среды, экономики и социума. В целом рациональная территориальная организация социально-экономической системы должна удовлетворять ряду условий, к которым относятся: соответствие масштабов экономической деятельности экологической безопасности и экологической емкости территории; соответствие масштабов экономической деятельности природно-ресурсному потенциалу; обеспечение совокупных потребностей населения при эффективности функционирования экономической системы регион. Соблюдение данных требований предполагает использование системы управления с особыми целями и методами – управление экологической безопасностью.

Теоретические основы экологического управления, которое является многоотраслевой сферой, постоянно развиваются зарубежными, и отечественными учеными, хотя отмечается полемика по сущности базовых категорий, понятий, подходов [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Так, Семенов В., Михайлюк О., Галушкина Т. [1] рассматривают экологическое управле-

ние как деятельность государственных органов и экономических субъектов, главным образом, направленную на соблюдение обязательных требований природоохранного законодательства, а также на разработку и реализацию определенных целей, проектов и программ». При этом авторы выделяют экологический менеджмент как отдельную систему – инициативную и результативную деятельность экономических субъектов, направленную на достижение их собственных экологических целей, разработанных на основе принципов экоэффективности и экосправедливости.

Боков В. и Лущик А. рассматривают управление экологическими ситуациями как систему действий, направленных на достижение определенного уровня качества окружающей природной среды, которая обеспечивала бы нормальное функционирование геосистем, ее средо- и ресурсовоспроизводящие свойства, здоровую среду обитания человека, успешное функционирование социальной сферы и экономики, обеспечивающих материальные и духовные потребности общества [2].

С системой управления природоохранной деятельностью Залесский Л. экологический менеджмент отождествляет как комплекс взаимосвязанных организаций, методов и мероприятий, позволяющим оценить состояние, структуру, изменения окружающей среды и входящих в ее состав ресурсов вследствие целенаправленной деятельности человека при производстве материальных благ и предпринять адекватные действия по их устойчивому развитию в целях решения поставленных задач национальной экономики [3].

Завершая краткий анализ, можно отметить, что в системе управления экологической безопасностью выделяются проблемы, которые требуют совершенствования на современном этапе: понятийный аппарат, структура механизма управления, совокупность методов, технологий, инструментарий. В статье поставлена цель, раскрыть особенности современных элементов системы управления экологической безопасностью – экологического мониторинга и экологического аудита.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

При определении объекта управления экологической безопасностью региона будем учитывать сущность экологической безопасности и структуру эколого-экономической системы с выделением элементов, в которых возможно осуществить целенаправленное управленческое воздействие (исходя из особенностей группы социо-экологических законов, которые подробно рассмотрены в работе автора [7]) - в социальном компоненте функционирования современного общества на формирование системы мотивации действий по защите жизни человека как биологического вида и развитию культурной составляющей сохранения природной среды как отражение накопленного опыта существования; - в экономическом компоненте, в котором сформированы хозяйственные формы, отражающие многообразие конкретно-исторических условий развития

экономики и общества, воздействие возможно на меры регулирования антропогенной деятельности.

Тогда в качестве объекта управления экологической безопасностью региона следует рассматривать три комплекса, которые формируют различные параметры экологической безопасности региона (рис. 1):

- процессы экологизации социальных проблем;
- процессы сохранения окружающей природной среды;
- процессы оптимизации природопользования в эколого-экономической системе.

В рамках функционирования управляющей системы по обеспечению экологической безопасности региона [8, 22] (рис.2) проявляется ряд особенностей, которые определяют структуру механизма для специального взаимодействия для координации действий.

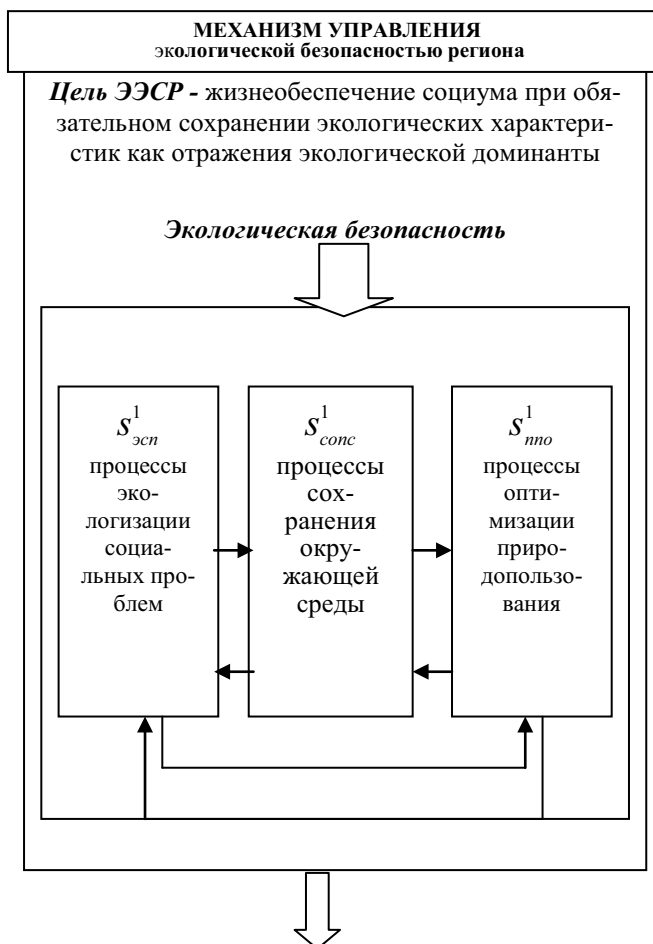


Рис. 1. Логическая модель трансформации целевой установки функционирования эколого-экономической системы региона по обеспечению экологической безопасности региона в объект управления

Fig.1. The logical model of transformation of aim of functioning of ecological and economic system of a region to ensure ecological security of a region into the object of management

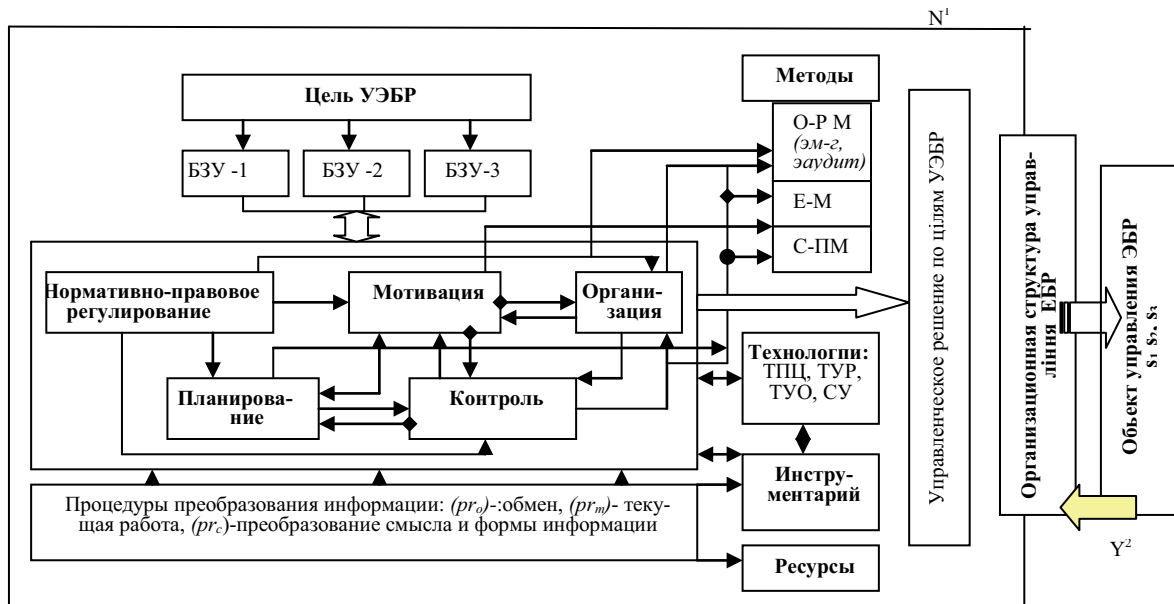


Рис. 2. Структурно-процессная модель механизма управления экологической безопасностью региона, где БЗУ – блок задач управления; методы управления: О-РМ - организационно-распорядительные, ЭМ – экономические, С-ПМ – социально-психологические, ТПЦ - технология программно-целевая, ТУР – технология управления по результатам, ТУВ – технология управления по отклонениям, СУ – ситуативное управление.

Fig. 2. Structure-process model of mechanism of management of ecological security of a region, in БЗУ – block of management tasks; management methods: O-PM - organizational and administrative, ЭМ – economic, С-ПМ – socio-psychological; ТПЦ - program and purpose-oriented technology, ТУР – technology of management by results; ТУВ – technology of management by exception; situational management.

К ним относятся следующие аспекты

- проявление совокупности управляющих воздействий, различных по своей сущностной характеристике [9]:

- воздействие социального плана на мотивы и поведенческие схемы (УВ-1), связанное с обеспечением процессов экологизации,

- воздействие нормируемого плана (включая правовое, экономическое), связанное с задачами сохранения природной среды и здоровья людей (УВ-2);

- воздействие организационно-технического, технологического плана, связанное с задачами оптимального природопользования (УВ-3);

- управляющая система экологической сферой должна иметь возможности обеспечить совместимость самостоятельно функционирующих отдельных систем управления в каждом социально-экономическом элементе: отрасли имеют органы управления ими, отдельные экономические субъекты имеют системы управления в рамках различных видов собственности, присутствуют также региональные и административные особенности управления. Исходя этого, управленческий процесс должен иметь более высокую степень сложности (согласно принципа Р.Эшби), для достижения которой

следует реализовать возможности механизма управления экологической безопасностью;

- проявляется расширение функций управления, за счет особого значения регулирующих процессов – нормативно-правовое регулирование, что определяет особенности организации процесса, повышение роли контроля соблюдения нормативов ведения деятельности всеми субъектами хозяйствования и органами управления смежных сфер;

- функция контроля процесса управления экологической безопасностью в части информации о состоянии природной среды, здоровья населения формируется в различных органах сбора и обработки – это связано со сложившейся организационной структурой управления. Но для разработки и реализации управленческих решений по поддержанию экологической безопасности необходимо объединение различных по природе и принципам сбора, данных.

При этом информационно-аналитическое обеспечение управления в экологической сфере несет в механизме экологического управления сущностную нагрузку – собрать, анализировать, классифицировать информацию об объекте экологического управления, поэтому с учетом современных информационных методов в рамках реализации задач названного блока повышается как роль экологического мониторинга состояния окружающей природной среды, так и экологического аудита.

Экологический мониторинг - комплекс, объединяющий методы наблюдения за факторами, воздействующими на окружающую природную среду, оценку ее состояния, методы прогнозирования развития сложившихся процессов. Выделяют виды мониторинга - мониторинг источников воздействия и отходов, сбросы, выбросы, размещение и удаление отходов, использование ресурсов и готовой продукции; мониторинг факторов воздействия (физические, химические, биологические факторы воздействия); мониторинг состояния биосферы географический мониторинг (атмосфера, океан, поверхность суши с реками и озерами) и биологический мониторинг (биота).

Наиболее широко используемыми методами экологического мониторинга являются физико-химические методы (гравиметрический, титриметрический (объемный), колориметрические методы, экспресс-методы, потенциометрические); методы биологического мониторинга (биоиндикация, биотестирование, оценка компонентов биоразнообразия), методы статистической и математической обработки данных, географические информационные системы [10]. Мониторинг может выполняться на локальном уровне (на отдельной территории предприятия, города, бассейна рек и др.), на региональном уровне (в рамках административно-территориальных единиц, на территории природных или экономических регионов); на общенациональном уровне (по территории страны) в соответствии с уровнем экологического управления.

В зависимости от назначения мониторинг может быть стандартным, оперативным (часто связанным с кризисными ситуациями), научным (фоновый). Фоновый экологический мониторинг имеет постоянную схему проведения и обеспечивает комплексное наблюдение за процессами в биотическом регулировании состояния окружающей природной среды и вследствие этого он играет наиболее важную роль [11] в блоке информационного обеспечения управления.

Важной проблемой мониторинга является его ведомственная разобщенность, что с одной стороны, имеет объективную основу (специальные процедуры могут проводить именно подготовленные службы, имеющие необходимое оборудование и кадры), а с другой – формирует проблемы комплексного отслеживания ситуации для целей управления экологической безопасностью. Поэтому решение по созданию региональных информационно-технических систем для совершенствования системы управления в сложном динамическом пространстве (включая экологический аспект) является целесообразным и своевременным. Для достижения данной цели в рамках общенациональной программы регионами разрабатываются такие системы и готовятся финансовые и технические схемы их ре-

ализации, в том числе и для Автономной Республики Крым [12, 13].

Экологический аудит в рамках системы экологического управления получил в Украине широкое распространение в последние годы в связи с развитием международного сотрудничества в экономической сфере и необходимостью адаптации основ ведения бизнеса к международным требованиям и принятием Закона Украины «Об экологическом аудите». Необходимость его применения впервые сформировалась в США в 70-х гг. XX века в связи с принятием мер ответственности за нарушение экологических норм [14, 15, 16, 17].

Руководители предприятий в США стали по аналогии с финансовым аудитом (предмет которого является проверка деятельности предприятий на соответствие налоговому законодательству), использовать специальную форму отслеживания параметров деятельности — экологический аудит, цель которого заключалась в проведении проверок деятельности предприятий в области охраны окружающей среды и выявлении степени соответствия проверяемой деятельности экологическим нормам. Экологическое аудирование позволяло выявить отклонения от нормативов и своевременно принять меры по их устранению и, как следствие, избежать штрафных санкций либо продемонстрировать перед государством ответственное поведение и существенно снизить размер экологического штрафа.

«Экологический аудит – объективная систематическая документированная и регулярно повторяемая проверка состояния окружающей природной среды на предприятии» [14]. При проведении экологического аудита в Украине проверяется степень соответствия процесса, характера деятельности, продукции, системы управления экологическим требованиям, которые устанавливаются отечественными нормативно-правовыми актами, нормативно-правовыми актами региональных органов управления, нормативными документами специально уполномоченных государственных органов в сфере охраны окружающей природной среды. Целью экологического аудита является не только сбор и анализ информации, отражающей комплекс проблем хозяйствования и экологических требований к деятельности, но и содействие субъектам хозяйствования в определении собственной экологической политики, формировании приоритетов по осуществлению мероприятий, в том числе предупредительных, направленных на соблюдение установленных экологических требований. Именно поэтому метод экологического аудита отнесен к организационному блоку механизма экологического управления.

В целях обеспечения эффективного функционирования всех участников процесса аудирования деятельность в области экологического аудита формируется в рамках системы экологического

аудирования, представляющей собой координационную форму управления со своими правилами действия, в том числе обеспечивающую взаимодействие между всеми участниками. К участникам относятся – органы административного управления, аудиторские фирмы, центры обучения, заказчики и др. Деятельность всех участников системы подлежит аттестации, аккредитации и лицензированию. В рамках системы экологического аудита создается справочно-информационный фонд нормативно-технических документов, которые необходимы для организации деятельности – законы, законодательные акты, международные соглашения, природоохранные и другие документы на природные ресурсы, объекты, технологии и др.

Особо следует отметить, что экологический аудит относится именно к микроуровню экономических объектов – предприятие. Обязательным аспектом экологического аудита является сопоставление полученных предприятием результатов деятельности и целей, которые ставит предприятие, а также экологическая паспортизация объектов хозяйствования. При этом в Украине наибольшее развитие получила экологическая паспортизация потенциально опасных объектов и отходов. Паспортизация отходов осуществляется в соответствии с «Классификатором отходов» и Постановления Кабинета Министров Украины «Об утверждении Положения проведения государственного учета и паспортизации отходов» предполагает сбор, обобщение и сохранения информации по каждому виду отходов: их происхождение, технические, физико-химические, технологические, экологические, санитарные, экономические и другие показатели, методы измерения, контроля, технология сбора, хранения, утилизации, уничтожения. Форма паспортов отходов унифицирована.

В целом экологический аудит является систематизированным процессом получения и оценки экологической информации на основе независимой вневедомственной проверки объекта на соответствие его определенным критериям. Критерии корректируются целями и задачами и в широком понимании экологический аудит – инструмент управления, который базируется на системном подходе и позволяющий оценить эколого-экономическую эффективность управления.

ВЫВОДЫ

Обобщая рассмотренный материал относительно роли и задач экологического мониторинга и экологического аудита в механизме управления экологической безопасностью, следует признать наличие комплекса проблем совершенствования как процедур, технологий, так и подходов к организации данных важных элементов системы обеспечения экологической безопасности территории. Даль-

нейшее исследование может быть сфокусировано на особенностях организации экологического мониторинга и экологического аудита в условиях различных специализаций, ресурсной базы территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов В. та ін., 2004.: Екологічний менеджмент: навч. посіб. . – К.: Центр навчальної літератури. – 516.
2. Боков В., Лущик А., 1998.: Основы экологической безопасности: учеб. пособ. – Симферополь: СОНАТ. – 224.
3. Залесский Л., 2004.: Экологический менеджмент : учеб. пособ. для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА. – 220.
4. Реймерс Н., 1990.: Природопользование: словарь-справочник. – М.: Мысль. – 637.
5. Заверуха Н., 2006.: Основы екології: навч. посіб. – К.: Каравела. – 368.
6. Акимова Т., Хаскин В., 2002.: Экология. Человек. – Экономика. – Биота. – Среда: учеб. для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА. – 566.
7. Ветрова Н., 2006.: Система экологических законов и их роль в механизме экологического управления// Вісник Східноукраїнського національного ун-ту ім. Володимира Даля. – № 12 (106), 256 – 261.
8. Ветрова Н., 2006.: Теоретические основы механизма экологического управления// 36. наук. пр. СНАЕіП. – Севастополь: СНАЕіП. – Вип. 18, 111 – 113.
9. Ветрова Н., 2006.: Экологическая безопасность рекреационного региона: монография. – Симферополь: РИО НАПКС. – 297.
10. Тимофеева С., 2004. Экологический менеджмент. – Ростов н/Д: Феникс. – 352.
11. Екологічне управління : підручник, 2004.: /В.Я. Шевчук, Ю.М. Саталкін, Г.О. Білявський та ін. – К.: Либідь. – 432.
12. Карпенко С. и др., 2002.: Информационно-методическое обеспечение управления территориальным развитием. – Симферополь: Таврия Плюс. – 184.
13. Ветрова Н., 2007.: Информационное обеспечение управления экологической безопасностью АР Крым// Экономика и управление. – №4-5, 50 – 56.
14. Гринин А. и др., 2001.: Экологический менеджмент. – М.: ЮНИТИ-ДАГНА. – 206.
15. Виноградов Б., 1984.: Аэрокосмический мониторинг экосистем. – М.: Наука. – 320.
16. Майстренко В. и др., 1996.: Эколого-аналитический мониторинг супертоксикантов. – М.: Химия. – 319.
17. Шитиков В. и др., 2003.: Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. – Тольятти: ИЭВБ РАН. – 463.

18. Горшков М., 2010.: Экологический мониторинг : учеб. пособ. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ. – 313.

19. Пузаченко Ю., 2004.: Математические методы в экологических и географических исследованиях. – М.: Академия. – 406.

20. Ветрова Н., 2010.: Устойчивость окружающей природной среды и оценка уровня экологической безопасности региона// MOTROL. – №12D, **Ошибка! Закладка не определена.** – 188.

20. Ветрова Н., Федоркин С., 2011.: О методе оценки уровня экологической безопасности региона при действии антропогенных факторов// Ученые записки Крымского инженерно-педагогического ун-та. – Вып. № 27. Техн. науки. – Симферополь: НИЦ КИПУ. – 107 – 111.

21. Saliev E., 2009.: Ecological and economic problems of power saving up technologies' introduction in Ukraine// MOTROL №11B, 104 – 109.

ECOLOGICAL AUDIT AND ECOLOGICAL MONITORING IN ENVIRONMENTAL SAFETY MANAGEMENT OF A REGION

Summary. The main characteristics of a system of environmental safety of region have been considered. The author has singled out the role and place of ecological monitoring and ecological audit in the system environmental management at the present stage of ecological and economic systems functioning.

Key words: environmental safety, management, ecological monitoring, ecological audit.

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ И ГИГИЕНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ: ПУТИ ПОПАДАНИЯ, МОНИТОРИНГ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

Елена Валкина, Светлана Вернези, Илья Николенко

Национальная академия природоохранного и курортного строительства
Адрес: Украина, 95493, г. Симферополь, ул. Киевская, 181. e-mail: energia-09@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются пути попадания фармацевтических препаратов и гигиенических средств в сточные воды и почвы. Обосновывается необходимость разработки новых методов их индивидуального и группового определения, а также стандарты, регулирующие их содержание в воде различного назначения

Ключевые слова: фармацевтические препараты, сточные воды, осадки сточных вод, загрязнение грунтовой, поверхностной и водопроводной воды, методы определения, хроматография, биотестирование

ВСТУПЛЕНИЕ

Проблема распространения лекарственных средств в окружающей среде в последнее время стала одной из приоритетных задач. Фармацевтические препараты и гигиенические средства (ФПГС) обнаруживаются в различных природных средах (водах, почвах, донных отложениях и др.) и могут повлиять на целостность этих экосистем [14].

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

ФПГС включают в себя многочисленные классы химических веществ с различными физико-химическими свойствами и биологической активностью. К фармацевтическим препаратам (ФП) относятся применяемые для лечения человека и животных лекарства, которые делятся на группы: анальгетики, противовоспалительные препараты, антибиотики, противозипилептические, гипотензивные, регуляторы липидов в крови, контрастные вещества, противоопухолевые препараты, гормоны (в том числе оральные контрацептивы), антидепрессанты, дезинфицирующие средства, биологически активные пищевые добавки и другие. Гигиенические средства (ГС) или средства личной гигиены включают косметику, парфюмерию, средства женской гигиены, лосьоны, шампуни, мыло, зубные пасты, солнцезащитные кремы и др.

Интерес к этим соединениям обусловлен тем, что ФПГС обнаруживаются в различных природных средах [17]. Диапазон концентраций ФПГС в окружающей среде обычно составляет от нг/л (или частей на триллион – ppt) до мкг/л (частей на миллиард – ppb) [20]. Хотя эти концентрации являются очень низкими и их трудно обнаружить, они имеют потенциал для воздействия на окружающую среду

Основным источником поступления ФПГС в окружающую среду являются люди, потребляющие лекарства, либо выбрасывающие в канализацию просроченные и ненужные препараты, так как в

большинстве стран, в т.ч. в Украине, отсутствуют программы сбора и утилизации таких препаратов.

Химические компоненты личной гигиены, также как правило, сбрасываются в бытовые сточные воды. Анализ аналитических исследований показал также, что медицинские учреждения, производители и реализаторы фармацевтической продукции не являются основными источниками попадания ФПГС в окружающую среду [12].

Вторым, если не первым по объему источником выбросов ФП является сельское хозяйство, в частности, животноводство [12]. Основным источником поступления в окружающую среду ветеринарных препаратов (ВП) являются вносимые на поля органические удобрения, а также пруды для искусственного разведения рыбы.

Помимо городских сточных вод, направляемых на очистку, имеется некоторое количество бытовых сточных вод от домов, не подключенных к системе канализации, либо очищаемых в компактных сооружениях (септиках), либо не очищенных вообще. Еще одним путем попадания ФПГС в почву могут быть повреждения сетей системы водоотведения. Правда, считается, что несмотря на значительную распространенность таких потерь, благодаря высокой степени разбавления и поглощения ФПГС остаются в поверхностных слоях почвы и не проникают на большие глубины [5]. Тем не менее, не исключается, что некоторые малые количества ФПГС таким образом могут попасть в водоносные горизонты. Концентрация ФПГС в некоторых подземных и поверхностных водах составляет от нг/л до мкг/л и может достигать уровня мг/л в сточных водах [5].

Основная часть ФПГС вместе со сточными водами попадает на канализационные очистные сооружения, где, в зависимости от свойств, эти вещества в той или иной степени подвергаются деструкции. Разложение может быть не полным, а образовавшиеся побочные продукты (ПП) также могут представлять опасность при попадании в окружающую среду.

Применительно к ФПГС под ПП подразумеваются как выведенные из организма метаболиты (продукты частичного или полного распада ФП в организме), так и продукты распада - различные вещества, которые образуются в окружающей среде из ФПГС и/или их метаболитов. Наименования и формулы метаболитов, а также скорость их выведения из организма, согласно существующим нормам, должны содержаться в описании лекарственных препаратов. Существуют также специализированные базы данных о ФП, содержащие подобные сведения [15].

Поскольку лишь немногие ПП хорошо изучены и не исследовано их воздействие на окружающую среду, то почти ни по каким не ведется мониторинг. В связи с этим существует настоятельная необходимость развивать комплексные исследования в этом направлении. Кроме того, идентификация метаболитов и других ПП должна быть обязательной в ходе разработки нового препарата, с исследованием их разложения, миграции и дальнейшей судьбы в окружающей среде.

Одним из факторов, влияющих на количественный и качественный состав ФП, поступающих в окружающую среду, является их биодоступность, определяемая усвояемостью препарата организмом. Чем выше биодоступность ФП, тем меньше степень выведения препаратов.

По степени выведения из организма фармацевтические препараты делятся на 4 класса [11] (табл.1) ФП довольно равномерно распределены по всем 4 классам, с некоторым преобладанием умеренно низкой степени выведения, причем некоторые (по данным разных источников) [9, 11, 16], упоминаются сразу в двух классах (атенолол, ципрофлоксацин), что вполне объяснимо, поскольку степень и скорость выведения препарата из организма зависят от возраста и состояния больного, дозы и способа введения препарата и многих других факторов [9, 11, 16].

В соответствии с умеренно низким выделением исходного соединения, логично предположить наличие метаболитов в сточных водах. Очень многие ФП образуют не один и не два, а несколько десятков метаболитов [16]. Следует отметить также, что поскольку биохимические реакции, происходящие в организме, весьма сходны с процессами биологического окисления примесей сточных вод, то одни и те же вещества могут образовываться по этим двум механизмам и, соответственно, относиться как к метаболитам, так и к продуктам распада.

Соединения далее либо вместе с очищенными сточными водами сбрасываются в водоемы или используются для орошения, либо в составе осадков сточных вод попадают на иловые площадки или

используются в качестве удобрений. Во всех случаях возможна их дальнейшая миграция в грунтовых и поверхностных водах, почвах, донных отложениях, где они могут влиять на экосистемы. Та-

ким образом, не исключается возможность их попадания в воду, поступающую на водозаборы, сооружения водопровода, и затем трубопроводы с питьевой водой. Особенно опасными в этом отношении считаются стоки в регионах с высокой степенью повторного использования воды [6], где наблюдается повышенная эффективная длительность воздействия стоков.

Пути попадания в окружающую среду и миграции ВП носят несколько другой характер, поэтому и оценивать возможные риски для этих двух групп загрязнений нужно по-разному. Если пункты попадания «человеческих» ФПГС чаще всего четко локализованы, то источники попадания ВП носят разбросанный, диффузный характер. Потенциальные источники попадания в окружающую среду веществ, используемых в животноводстве, включают все способы применения в качестве удобрения или выбросов в твердом или жидком виде сырого или обработанного животного навоза, а также соединений, используемых в рыбоводстве.

Возможные пути воздействия ВП на человека включают в себя:

- мясо животных, в тканях которых накопились ВП через пищевую цепь;
- сельскохозяйственные культуры, которые накопили ВП из почвы или навоза;
- мясо рыб, которые подвергались воздействию препаратов для лечения или стимуляции роста;
- грунтовые и поверхностные воды, загрязненные ВП.

ВП не только имеют гораздо более прямой путь в окружающую среду, они также могут быть более токсичными. Воздействие на окружающую среду и здоровье человека определенных препаратов, в частности, противопаразитарных средств, веществ, применяемых в рыбоводстве и противоглистных препаратов [3].

Изучение миграции ВП важно, поскольку они могут иметь непредвиденное воздействие на нецелевые организмы [21, 22]. Например, ивермектин (противопаразитарное средство широкого спектра действия) может быть использован в качестве кормовой добавки для борьбы с паразитами выращиваемого на фермах лосося. Однако было показано, что это вещество является токсичным для двух обитающих в осадочных отложениях организмов, амфипод *Corophium volutator* и морских звезд *Asterias rubens* [4].

Наблюдения за миграцией ФПГС и их контроль осложняются отсутствием теоретической, аналитической и законодательной баз.

Сложность создания теоретической базы обусловлена большим разнообразием ФПГС, влиянием климатических особенностей исследуемых регионов, недостаточным количеством статических данных по их содержанию и поведению в окружающей среде, относительно малыми концентрациями для аналитических исследований и дальнейшего моде-

лирования воздействия на окружающую среду. Теоретические исследования в настоящее время ограничиваются только общими схемами путей попадания и миграции в окружающей среде, которые могут быть базовыми для дальнейшего моделирования.

Для мониторинга ФПГС в окружающей среде необходима их классификация. Фармацевтические препараты и гигиенические средства были выделены в отдельную группу, в которую не вошли такие массово применяемые вещества, как дезинфициру-

ющие средства, моющие средства и вещества, действующие на эндокринную систему (пестициды, средства защиты растений, полимерные материалы и т.п.). В свою очередь, все ФПГС разделены на две подгруппы: собственно лекарственные препараты и средства гигиены [5]. Поскольку ФПГС включают в себя довольно разнообразные группы веществ, их можно классифицировать по источникам и путям попадания в окружающую среду (табл. 2)

Таблица 1. Степень выведения из организма некоторых медицинских препаратов

Table 1. Excretion rates of some medicines from the human body

N п/п	Характеристика	Степень выведения	Примеры
1	Низкая степень выведения	$\leq 5\%$	Эритромицин, карбамазепин, диазепам, ибупрофен, парацетамол
2	Умеренно низкая	6–39%	Норфлоксацин, метронидазол, эналаприл, сальбутамол, диклофенак, трамадол
3	Умеренно высокая	40–69%	Ципрофлоксацин, атенолол, дигоксин, фуросемид, тестостерон
4	Высокая	$\geq 70\%$	Доксициклин, тетрациклин, валсартан, кодеин, атенолол, ципрофлоксацин

Таблица 2. Классификация ФПГС по источникам и путям попадания в окружающую среду

Table 2. PPCP sources and environment pathways classification

Загрязняющие вещества													
функциональные классы	ФП								ГС				ВП
	анальгетики	антибиотики	противовоспалительные	гипотензивные	противоопухолевые	регуляторы липидов в крови	стероиды и гормоны	контрастные вещества	парфюмерия и косметика	солнцезащитные кремы	антисептики	шампунь, лосьоны, моющие средства	
источники	<ul style="list-style-type: none"> - используемые человеком; - отходы фармацевтических производств; - выброшенные просроченные или нежелательные препараты 								<ul style="list-style-type: none"> - используемые человеком; - отходы производств; - выброшенные просроченные или нежелательные препараты 				
	побочные продукты разложения, образовавшиеся в организме человека, после применения ФП												
пути попадания	бытовые сточные воды+ побочные продукты, образующиеся непосредственно в сточных водах												
миграция	иловые площадки												
	сельскохозяйственные почвы												
	подземные и поверхностные воды												

Сложность создания аналитической базы обусловлена низкими концентрациями ФПГС вследствие их большого разнообразия и, как следствие,

необходимостью усовершенствования существующих и разработкой и внедрением новых методик определения следовых концентраций ФПГС, а так-

же перманентного контроля. Анализ литературных источников по соответствующей тематике показывает растущий интерес к подобным исследованиям в США, странах Евросоюза. Только в течение последних 10...15 лет были разработаны аналитические методы, позволяющие выявлять следовые концентрации новых загрязнений в окружающей среде [19]. Увеличение аналитической чувствительности позволило начать систематические исследования ФПГС [13].

Основная трудность заключается в выделении, разделении и идентификации ФПГС из множества других химических веществ, которые могут присутствовать в больших количествах в водах, почвах и донных отложениях.

Для количественного определения ФПГС в воде может быть применен широкий спектр аналитических методик. Хотя возможно прямое измерение, большинство методов включают процедуру извлечения и концентрирования (обычно экстракцией) с последующим инструментальным определением и/или биотестированием [8, 10]. Выбор экстрагента, объема пробы воды и аналитического оборудования зависит от того, какое соединение и в каком объекте определяется. Так, например, очистные сооружения канализации являются одним из основных источников попадания ФПГС в поверхностные воды. Анализ ФПГС в водах КОС является чрезвычайно сложной задачей, поскольку сточные воды также содержат многочисленные органические соединения. Следовательно, для отделения и анализа ФПГС обычно требуется несколько ступеней извлечения, концентрирования, очистки, а также сложные приборы. Несколько методик для количественного определения ФПГС в природных водах используют твердофазную экстракцию с последующим инструментальным анализом с использованием газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрическим методом, жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим методом, биотестированием или комбинации методов [9]. Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки, обсуждение которых выходит за рамки данной статьи. Дальнейшее развитие аналитических методов по-прежнему является насущной задачей.

Биоаналитические методы являются важными инструментами для мониторинга определенных ФПГС. Эти методы используют биологические объекты, чувствительные к токсичности данного класса соединений [18]. Под биотестированием обычно понимают процедуру установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-объектов. Благодаря простоте, оперативности и доступности биотестирование получило широкое признание во всем

мире и его все чаще используют наряду с методами аналитической химии [2].

В естественных условиях (*in vivo*) биотестирование также может использоваться для обнаружения различных классов ФПГС. Наиболее распространенным биомаркером для оценки эстрогенного воздействия на водную среду является увеличение в плазме вителлогенина (липида яичного желтка) у мужских особей рыбы. Рыбу можно помещать в клетку в воду возле различных источников и затем тестировать на биомаркеры для определения степени воздействия эндокринных препаратов. Несколько исследований такого рода обнаружили значительное воздействие ФПГС (в частности, гормональных препаратов) на репродуктивную систему рыб, помещенных в клетку ниже выпуска сточных вод. Проблема токсичности смеси различных соединений, особенно в связи с эндокринными нарушениями, может, вероятно, привести к более широкому использованию биологических средств мониторинга. Несмотря на то, что каждый инструментальный и биоаналитический метод имеет свои ограничения, сочетание этих методов чаще всего можно использовать для выявления и количественной оценки ФПГС [19]. Дальнейшее развитие аналитических методов по-прежнему является насущной задачей.

Что касается законодательной базы, то в США ФП в окружающей среде начали регулировать с 1977 года. Экологическая экспертиза проходит в Управлении по контролю за качеством пищевых продуктов и лекарственных препаратов (FDA) [7] и проводится в два этапа. На первом этапе производитель должен представить данные об ожидаемых начальных концентрациях (ОНК) вещества при попадании в окружающую среду при условии его производства в течение пяти лет. Если доказано, что концентрация в месте ввода (например, при сбросе сточных вод) меньше 1 мкг/л, препарат считается допустимым, получает статус "категории исключения" и дальнейшая оценка экологического риска не требуется. В таких случаях после выхода препарата на рынок не проводится мониторинг для подтверждения концентрации в окружающей среде.

Если рассчитанное значение ОНК составляет более 1 мкг/л, то проводится обязательная экологическая экспертиза, которая включает сбор данных по миграции в окружающей среде и оценку экотоксичности. Если препарат обладает способностью накапливаться в живых организмах, процедура более строгая.

Этот вопрос также регулируется в Европе, хотя процедура не так развита, как в США. С 1995 года любая компания при подаче заявки на регистрацию нового препарата для получения торговой лицензии обязана продемонстрировать, что он не будет оказывать воздействия на окружающую среду путем представления оценки экологических рис-

ков [1]. Как и в США, экспертиза основана на расчете предполагаемой концентрации в экосистеме (ПЭК/ОНК).

Существующие системы подвергаются критике в основном из-за трудности оценки ПЭК/ОНК (так как для большинства продуктов практически нет данных о крупномасштабном использовании). Кроме того, пока что в основном оценивается острая токсичность, а не результаты хронического воздействия препарата в течение долгого времени. Не существует правовых оснований потребовать экологической экспертизы препаратов, производство которых началось до введения данного норматива.

Не следует также ожидать, что потенциальное неблагоприятное воздействие на окружающую среду будет блокировать выход новых лекарственных препаратов на рынок. Поэтому подобные документы по-прежнему вызывают дискуссии между регулирующими органами, природоохранными учреждениями и промышленностью, в силу их разных точек зрения. Это свидетельствует о необходимости пересмотра нормативных принципов и необходимости выработки более объективного и эффективного механизма оценки.

ВЫВОДЫ

Насущной задачей для определения ФПНС в окружающей среде по-прежнему является дальнейшее развитие теоретической базы и аналитических методов. Так как все загрязнители окружающей среды существуют как компоненты сложных смесей, биотестирование, возможно, будет единственным способом оценки общей степени загрязненности воды ФП, ПП, ВП и ГС. Поскольку практически невозможно оценивать риски для каждого индивидуального соединения, один из возможных подходов может заключаться в разработке схемы приоритетов, позволяющей выявить те вещества, которые могут представлять опасность для здоровья человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ayscough N., Fawell J., Franklin G., Young W., 2000.: Review of human pharmaceuticals in the environment. – P390. Bristol, UK: Environment Agency of England and Wales. – 156.
2. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование, 2010.: / Ред. О.П. Мелехова, Е.И. Сарапульцева. – М.: ИЦ Академия. – 288.
3. Boxall A., Fogg L., Kay P., Blackwell P., Pemberton E., Croxford A., 2003.: Prioritisation of veterinary medicines in the UK environment// *Toxicol. Lett.* 142:207. – 218.
4. Davies I., Gillibrand P., McHenry J., Rae G., 1998.: Environmental risk of ivermectin to sediment dwelling organisms// *Aquaculture.* – 163, 29 – 46.
5. Ellis J., 2006.: Pharmaceutical and personal care products (PPCPs) in urban receiving waters// *Environmental Pollution.* – Vol. 144, 184 – 189.
6. Fono L., Kolodziej E., Sedlak D., 2006.: Attenuation of wastewater-derived contaminants in an effluent-dominated river// *Environ. Sci. Technol.* – Vol. 40, 7257-7262.
7. FDA., 1995.: Guidance for industry for the submission of an environmental assessment in human drug applications and supplements// Food and Drug Administration Centre for Drug Evaluation and Research. – 256.
8. Heberer T., Dumbier U., 2000.: Polar DDT metabolites as contaminants of surface, ground and drinking water in Berlin// *Nat. Groundwater Assoc.— Emer. Issues Conf., Minneapolis, MN*, 56.
9. Heberer T., 2002.: Occurrence, fate, and removal of pharmaceutical residues in the aquatic environment: A review of recent research data// *Toxicol. Lett.* – 131, 5 – 17.
10. Huang C.-H., Sedlak D., 2001.: Analysis of estrogenic hormones in municipal wastewater effluent and surface water using enzyme-linked immunosorbent assay and gas chromatography/tandem mass spectrometry// *Environ. Toxicol. Chem.* – 20, 133 – 139.
11. Jjemba P., 2006.: Excretion and ecotoxicity of pharmaceutical and personal care products in the environment. // *Ecotoxicol Environ Saf.* – 63:113–30.
12. Kinney C, Furlong E, Kolpin D, Burkhardt M, Zaugg S, Werner S, Bossio J, Benotti M., 2008.: Bioaccumulation of pharmaceuticals and other anthropogenic waste indicators in earthworms from agricultural soil amended with biosolid or swine manure. // *Environ Sci Technol.* – 42, 863 – 1870.
13. Kolpin D, Furlong E, Meyer M, Thurman E, Zaugg S, Barber L, Buxton H, 2002.: Pharmaceuticals, hormones, and other organic wastewater contaminants in U.S. streams, 1999–2000: a national reconnaissance. *Environ Sci Technol.* – 36, 1202–1211.
14. Kummerer K., 2008.: Pharmaceuticals in the Environment – A Brief Summary. In: Kümmerer Klaus, editor// *Pharmaceuticals in the Environment Sources, Fate, Effects and Risks.* – Berlin: Springer Verlag, 3 – 21.
15. Martindale, 2011.: The Complete Drug Reference: Электронный ресурс [режим доступа]: http://www.datec.lavoisier.fr/gb/not_bdd.asp?bdd_id=342
16. Mompelat S., Le Bot O., 2009.: Occurrence and fate of pharmaceutical products and by-products, from resource to drinking water// *Environment International.* – 35, 803 – 814.
17. Petrović M, Gonzalez S, Barceló D., 2003.: Analysis and removal of emerging contaminants in

wastewater and drinking water// Trends Anal Chem. – 22(10), 685–696.

18. Snyder S., Westerhoff P., Yoon Y., Sedlak D., 2003.: Pharmaceuticals, Personal Care Products, and Endocrine Disruptors in Water: Implications for the Water Industry// Environmental Engineering Science. – Vol. 20, № 5, 210–218.

19. Snyder S., Keith T., Pierens S., Snyder E., Giesy J., 2001.: Bioconcentration of nonylphenol in fathead minnows (*Pimephalas promelas*)// Chemosphere. – 44, 1697–1702.

20. Ternes T., Joss A., 2006.: Human pharmaceuticals, hormones and fragrances. – IWA Publishing, New York. – 324.

21. Ветрова Н., 2010.: Устойчивость окружающей природной среды и оценка уровня экологической безопасности региона// MOTROL. – №12D, **Ошибка! Залка не определена.** – 188.

22. Валкина Е., Вернези С., Николенко И., Богущий П., 2010. Использование методов водочистки в новейших энергосберегающих технологиях// MOTROL. - №12С, 114–120.

PHARMACEUTICAL PRODUCTS IN THE ENVIRONMENT: PATHWAYS, MONITORING AND ANALYTICAL METHODS

Summary. The pathways of s PCPs entering sewage water and soil are discussed. It is necessary to develop new methods for their individual and group determination, as well as standards that regulate their limits in the different water objects

Keywords: Pharmaceuticals, sewage water, biosolids, ground, surface and drinking water contamination, methods for determining, chromatography, bioassay

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ТЕПЛОНАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРИМОРСКИХ ГОРОДОВ (на примере г. ФЕОДОСИЯ)

Анна Муровская

Национальная академия природоохранного и курортного строительства
Адрес: Украина, 95493, г. Симферополь, ул. Киевская, 181. e-mail: murovski@inbox.ru

Аннотация. В статье рассмотрено применение тепловых насосов в качестве альтернативы топливосжигающим установкам. Для г. Феодосия на примере двух котельных показана целесообразность модернизации системы горячего водоснабжения и отопления за счет использования низкопотенциальной энергии морской воды. Проведен расчет экологической и экономической эффективности, срок окупаемости проектируемой комбинированной системы энергоснабжения.

Ключевые слова: тепловой насос, топливосжигающая установка, Феодосия, низкопотенциальная энергии морской воды, загрязняющие вещества, экономическая эффективность.

ВВЕДЕНИЕ

Нерациональное использование традиционных энергоресурсов ведет к повышению цен на энергоносители и увеличению загрязнения окружающей природной среды, что актуально как для Украины, так и для Крыма. Для приморских городов Крымского полуострова использование нетрадиционных источников энергии, а именно использование низкопотенциальных источников тепла является одним из путей решения стабильного теплоснабжения городов и населенных пунктов.

Применение тепловых насосов (ТН) для отопления и горячего водоснабжения является альтернативой топливосжигающим установкам, работающих на органическом топливе. Характерная особенность ТН – при подводе к нему 1 кВт электроэнергии, в зависимости от режима работы и условий эксплуатации, возможно получение до 5-7 кВт тепловой энергии. Эффективность теплового насоса характеризует его коэффициент преобразования μ – отношением тепла, полученного в ТН к затратам мощности на привод компрессора. Этот коэффициент в современных ТН варьируется от 4 до 8 [1].

Источником низкопотенциальной теплоты, обеспечивающим эффективную работу теплонасосных установок, могут быть: наружный воздух, вода морей и водоемов, подземные воды, тепло грунта, а также низкопотенциальная теплота искусственного происхождения: сбросные воды, нагретые продукты технологических процессов [2, 13].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Климатические условия г. Феодосия определяются близостью Черного моря, наличием ограждающего массива Крымских гор и степей, обеспечивающих особый микроклимат: зимой море отда-

ет аккумулированное летом тепло, поэтому температура воздуха ниже нуля бывает только при сильном северном ветре. Осень теплая, зима не продолжительная, в основном бесснежная. Средняя температура самого холодного месяца составляет 0,2°C. Данные климатические факторы являются основополагающими для теплоснабжения с применением ТН вместо топливосжигающих установок.

На рис. 1 показано размещение котельных, рассматриваемых для последующей модернизации. Выбор данных котельных обусловлен непосредственной близостью к морскому побережью и свободным доступом к морской воде.

Сотрудниками кафедры НАПКС при непосредственном участии автора был разработан проект по модернизации системы тепло- и горячего водоснабжения района жилищно-бытового сектора в г. Феодосия с применением тепловых насосов и когенерационной газопоршневой установки (КГУ) [3, 13] с целью снижения антропогенного воздействия на природную среду города.

Для модернизации были выбраны две городские котельные: №4 и №5, работающие на природном газе и мазуте. Параметры котельных представлены в табл. 1

Котельные №4 и №5 представляют собой: закрытую систему централизованного теплоснабжения с двухтрубными магистральными тепловыми сетями, по которым тепловая энергия транспортируется к центральным тепловым пунктам; систему распределительных тепловых сетей и внутридомовых систем теплоснабжения.

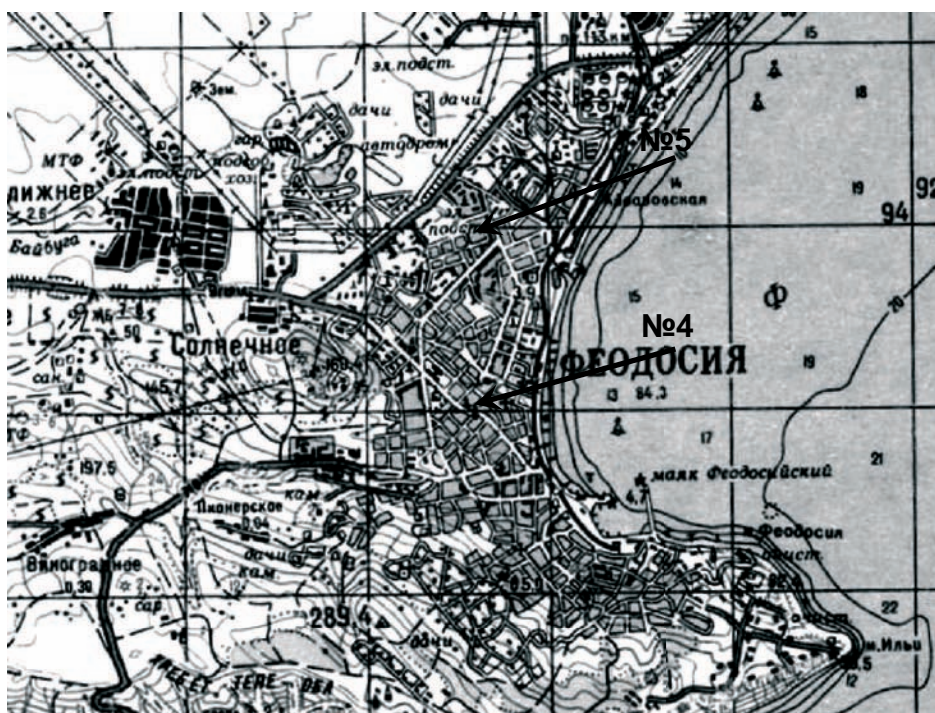


Рис. 1. Схема размещения реконструируемых котельных №4 и №5 в г. Феодосия
 Fig. 1. Layout of the reconstructed boiler-rooms №4 and №5 in the town of Feodosia

Таблица 1. Параметры котельных, выбранных для реконструкции
 Table 1. Options boiler-rooms selected for reconstruction

№ котельной	Вид топлива	Тип котла	Кол-во, шт.	Установленная мощность котельной, МВт
4	газ	ВК-32	3	7,49
5	мазут	НИИСТУ-5	7	4,54

Котельные обеспечивают потребителей тепловой энергией на отопление и горячее водоснабжение. В составе теплоцентрали применяются как зависимые, так и независимые (через теплообменник) схемы присоединения систем отопления потребителей. Системы горячего водоснабжения обеспечены рециркуляционными трубопроводами и соответствующим насосным оборудованием [4-5].

Одним из оснований для модернизации системы горячего водоснабжения от действующих котельных, работающих на органическом топливе, явилось увеличение стоимости топлива и экологическое состояние территории. Расчет массы выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) при эксплуатации энергоустановок проводился по методикам [6-9]. Результаты расчета представлены в табл. 2.

Таблица 2. Масса выбросов ЗВ в атмосферный воздух при эксплуатации существующих котельных и после модернизации
 Table 2. Mass emissions of pollutants into the air during the operation of existing boilers and after modernization

	Вид топлива	Кол-во шт.	Установленная мощность, МВт	Масса выбросов, т/год		
				CO	NO _x	SO ₂
Котел ВК-32	газ	3	7,49	12523	2382	-
Котел НИИСТУ-5	мазут	7	4,54	7524	1431	14850
Когенерационная газопоршневая установка	газ	1	2,42	3646	750	-
Тепловой насос	низкопотенциальная энергия морской воды	2	3,0	-	-	-

Поступление загрязняющих веществ в окружающую природную среду (ОПС) при эксплуатации КГУ уменьшится в 3,1 раза. При эксплуатации ТН выбросы загрязняющих веществ в ОПС не производятся, что актуально для г. Феодосия как курортно-рекреационной территории.

Проект строительства теплонасосной станции (ТНС) предусматривает поэтапное решение следующего ряда задач [10]:

- размещение ТНС в выделенных для модернизации котельных, расположенных в непосредственной близости от морского побережья;
- включение в состав ТНС тепловых насосов, когенерационных энергоблоков, вспомогательного эксплуатационного оборудования;
- размещение трубопровода из предварительно изолированных труб для транспортировки через теплонасосную станцию части теплоносителя из обратного трубопровода магистральной тепловой сети;
- осуществление на ТНС подогрева подведенного теплоносителя за счет использования низкопотенциальной теплоты морской воды;
- использование когенерационных энергоблоков на ТНС для электроснабжения ТН в дневное время с целью снижения затрат на приобретение электрической энергии для технологических нужд ТНС;
- использование сбрасываемой теплоты когенерационных энергоблоков для увеличения температуры теплоносителя на выходе из ТНС;
- догрев теплоносителя на котельных №4 и №5, который поступает от ТНС и потребителей обратным трубопроводом магистральной тепловой сети, до температуры, предусмотренной отопительным графиком.

Схема ТНС включает в себя: коллектор, размещаемый в открытой части водоема; строительство энергоблока, где будут размещены модули ТН; КГУ; трансформаторная подстанция; здание для персонала; дополнительное технологическое оборудование.

Максимальное удаление энергоблока от коллектора не должно превышать 300-400 м, соединение трубопроводов с основным зданием ТНС предполагается по эстакаде.

Схема теплоснабжения комбинированной энергоустановки с применением теплонасосной станции для модернизации котельной №4 и №5 показана на рис. 2.

Для модернизации котельной №4 используются два ТН мощностью по 3,0 МВт каждый и КГУ тепловой мощностью 2,42 МВт, суммарная тепловая мощность ТНС составит 8,42 МВт. Для модернизации котельной №5 используется один ТН мощностью 3,0 МВт и КГУ тепловой мощностью 2,42 МВт, суммарная тепловая мощность ТНС составит 5,42 МВт.

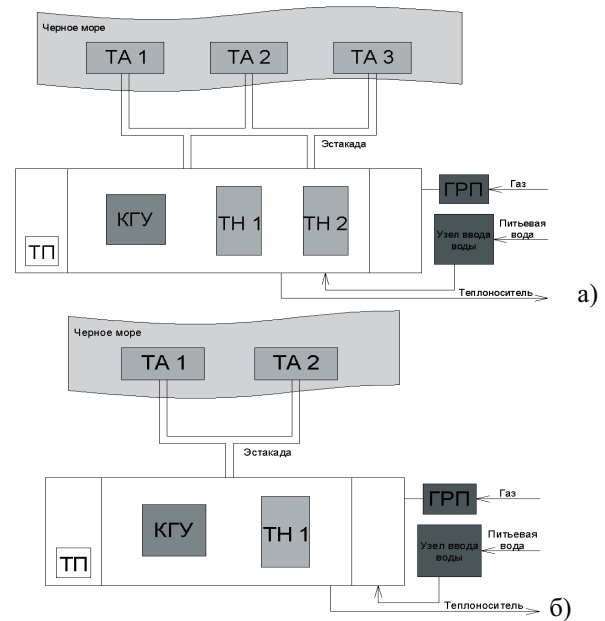


Рис. 2. Схема размещения оборудования в здании ТНС: а) котельная № 4, б) котельная № 5: ТА – теплообменник, ТП – трансформаторная подстанция, КГУ – когенерационная газопоршневая установка, ТН – тепловой насос, ГРП – газораспределительный пункт.

Fig. 2. Layout of equipment in the building HPS: а) boiler-rooms №4, b) boiler-rooms №5: HE – heat exchanger, TS – transformer substation, CGU – cogeneration gas-piston unit, HP – heat pump, GDP – gas distribution point.

Сбросовая теплота КГУ используется для дополнительного подогрева теплоносителя, поступающего от теплообменников ТН. Температура теплоносителя на выходе КГУ составляет 95°C. Теплоноситель смешивается на узле смешивания и подается в подающий трубопровод магистральной тепловой сети.

Когенерационные установки питают двигатели тепловых насосов, электрическая мощность КГУ составляет 2,4 МВт.

В предлагаемой схеме ТНС используется щадящий режим работы в ночной период времени, позволяющий отключить или снизить до предельных отметок потребление электроэнергии. В ночное время ТН питаются электроэнергией от внешней сети электроснабжения по низким ночным тарифам, КГУ при этом не работает. В дневное время работает КГУ и обеспечивает электропитанием ТН. Управление работой ТНС осуществляется в автоматическом режиме.

Такой режим работы ТНС позволяет снизить затраты на приобретение электроэнергии для нужд ТН примерно на 60% за счет сочетания преимуществ ночного тарифа и производства основно-

го объема потребляемой электроэнергии в цикле когенерации.

Одним из преимуществ предложенной схемы является снижение использования природного газа. Для производства одинакового количества

тепловой энергии ТНС потребляет природного газа меньше в 3 раза чем котельная до реконструкции.

Была проведена оценка экономической эффективности реализации проекта по модернизации котельных №4 и №5 при строительстве ТНС и рассчитан срок окупаемости системы (табл. 3).

Таблица 3. Экономическая эффективность строительства ТНС в существующих котельных № 4 и № 5 в г. Феодосия
Table 3. Cost-effectiveness of the existing building HPS boiler-rooms №4 and №5 in the town of Feodosia

Параметр, ед. изм.	Значение	
	Котельная №4	Котельная №5
Производительность теплонасосной части		
Производительность ТН, МВт	3,0	3,0
Количество ТН на станции, шт.	2	1
Тепловая производительность теплонасосной части, МВт	6,0	3,0
Производительность тепловой энергии ТН, МВт·час/год	74445	24815
Затраты электроэнергии на производство тепловой энергии, МВт·час	0,067	0,022
Производительность КГУ		
Тепловая производительность КГУ, МВт	2,42	2,42
Электрическая производительность КГУ, МВт	2,4	2,4
Производительность тепловой энергии на КГУ, МВт·час/год	15016	15016
Производительность электрической энергии на КГУ, МВт·час/год	14892	14892
Затраты газа на производство электрической энергии, м ³ /(кВт·час)	0,250	0,250
Продуктивность ТНС		
Производство тепловой энергии, МВт·час/год	89461	39831
Расчет величины доходов при реализации проекта строительства ТНС		
Стоимость органического топлива при получении тепловой энергии котельных, грн./(МВт·час)	320	388
Стоимость замещенного органического топлива, тыс. грн.	28628	15445
Срок окупаемости ТНС		
Срок окупаемости, лет	4,6	3,8

Проведенный расчет срока окупаемости модернизируемых котельных №4 и №5, работающих на органическом топливе, на ТНС составляет от 3,8 до 4,6 лет. Данный срок окупаемости может быть снижен за счет величины экологических платежей за выброс ЗВ [11], согласно нового Налогового кодекса Украины [12].

Строительство ТНС позволит значительно экономить органическое топливо и снизить антропогенное воздействие на окружающую природную среду, что весьма актуально для г. Феодосия как курортно-рекреационной территории.

ВЫВОДЫ

1. Учитывая, что основная часть топливосжигающих установок жилищно-бытового сектора морально устарела и требует реконструкции, что в современных экономических условиях практически невозможно, целесообразно осуществлять переход на энергоустановки с использованием возобновляемых источников энергии.

2. Замена топливосжигающих установок на ТНС особенно актуально для приморских городов Крыма, как курортно-рекреационных территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Муровский С. и др., 2010.: Концепция и технические предложения модернизации инженерных сетей существующих зданий с использованием возобновляемых источников энергии// Матеріали ХІ міжн. конф. «Відновлювана енергетика ХХІ століття». – К.:НАНУ, КПІ, 49 –53.
2. Муровский С. И др., 2009.: Солнечная энергетика для устойчивого развития Крыма. – Симферополь: Доля. – 294.
3. Муровская А. и др., 2008.: Расчет комбинированной системы горячего водоснабжения гостиничного комплекса на базе СТБК и ТН с грунтовым теплообменником: матеріали ІХ міжн. конф. «Відновлювана енергетика ХХІ століття». – К.: НАНУ, КПІ, 77 – 81.
4. Родатис К., 1977.: Котельные установки. – М.: Энергия. – 432.
5. Гусев Ю., 1973.: Основы проектирования котельных установок. – М.: СИ. – 272.

6. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий: ОНД-86, 1987.: – Л.: Гидрометеоздат. – 94.

7. Методика по определению выбросов вредных веществ в атмосферу на предприятиях госкомнефтепродукта РСФСР, 1988.: – Л.: Астрахань – 72.

8. Бызова Л., 1973.: Методическое пособие по расчету рассеяния примесей в пограничном слое атмосферы. – М.: Гидрометеоздат – 70.

9. Руководство по контролю загрязнения атмосферы: РД 52.04.186-89, 1991.: – М.: Гидрометеоздат. – 12.

10. Муровская А., 2008.: Основы методики проектирования теплонасосных систем с грунтовыми теплообменниками// Строительство и техногенная безопасность. Сб. тр. НАПКС. – Симферополь, № 25-26, 44 – 50.

11. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць: ДСП-201-97. – К.: МОЗ України. – 57.

12. Податковий кодекс України, 2010.: – К.: Голос України. - № 229-230.

13. Канаева Н., Чубукчи Э., 2008.: Перспективы повышения энергетической эффективности систем теплоснабжения с применением тепловых насосов в Крыму// MOTROL. – №10А, 225 – 229.

14. Red'ko A., Kononenko A., Bugai V., 2009.: Energy efficiency of geothermal circulating of the heat supply// MOTROL. – №11А, 64 – 69.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF COMBINED YARDS FOR HEAT PUMP SEASIDE TOWN (ON THE EXAMPLE OF FEODOSIA)

Summary. The paper considers the use of heat pumps as an alternative to fuel burning settings. For example, Feodosia on the two boilers is shown the feasibility of upgrading the heating and hot water through the use of low potential energy of sea water. The calculation of environmental and economic performance, the projected payback period of the combined power system.

Key words: heat pump, fuel burning installation, Feodosia, low potential energy of sea water, pollutants, cost-effectiveness.

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ СЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КОНЦЕНТРАЦИЙ БИОГЕНОВ В ВОДАХ РЕКИ ЮЖНЫЙ БУГ, ПОСТУПАЮЩИХ В ТАШЛЫКСКИЙ ВОДОЕМ-ОХЛАДИТЕЛЬ ЮЖНО-УКРАИНСКОЙ АЭС, НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЕГО ВОД МЕДЬЮ.

Александр Холопцев, Катерина Дремух, Алие Абибуллаева

Севастопольский национальный технический университет

Адрес: Украина, 99053, Севастополь, ул. Университетская, 33; e-mail: holoptsev@mail.ru.

Аннотация. Рассмотрены особенности влияния сезонных изменений концентраций биогенов в водах реки Южный Буг, поступающих ежесуточно в Ташлыкский водоем-охладитель Южно-Украинской АЭС, на изменения концентраций меди в водах, сбрасываемых из него при продувках. Предложено для уменьшения химического и механического загрязнения вод этого водохранилища сброс в него технологических (циркуляционных) вод из энергоблоков осуществлять через дополнительные теплообменники, что приведет к уменьшению его теплового загрязнения, а также интенсивности испарения воды с его поверхности и позволит уменьшить объемы вод, подкачиваемых из реки Южный Буг, которые приносят как медь, так и биогены.

Ключевые слова: экологическая безопасность, медь, биогены, АЭС, водоем охладитель, биологическая очистка.

ВВЕДЕНИЕ

Медь, как микроэлемент, содержится в любых природных водах [1], но ее присутствие в них в повышенных концентрациях вызывает у людей, животных и растений многочисленные патологии, в том числе и острые отравления [2]. Поэтому выявление факторов, обуславливающих пространственно-временную изменчивость ее концентраций в водных объектах населенных территорий, является актуальной проблемой экологической безопасности и геохимии.

Основные механизмы геохимической миграции меди в природных водах описаны в трудах В. И. Вернадского [3], а также А. И. Перельмана [4-6]. Современные представления о ее особенностях в реках и озерах рассмотрены в [7-10].

Установлено, что основными процессами, обеспечивающими поступление меди в такие водные объекты, являются поверхностный сток, доставляющий в них это вещество из почв прилегающих территорий, выщелачивание из горных пород, образующих их дно, осаждение из атмосферы, а также техногенные факторы. К числу последних на территориях, расположенных вблизи АЭС, относятся функционирование их энергоблоков, при котором медь поступает в их водоемы-охладители с технологическими (циркуляционными) водами, сбрасываемыми из внешних контуров [11-13, 22].

В состав технологических вод энергоблоков медь попадает из их теплообменного оборудования, трубный пучок которого выполнен из ее сплавов. На ряде АЭС, к числу которых на Украине относится Запорожская АЭС, указанный техногенный источник меди является основным [13].

Вследствие существенного теплового загрязнения любого водоема-охладителя АЭС, обусловленного сбросом в него циркуляционных вод ее энергоблоков, с его поверхности происходит весьма

интенсивное испарение. Это приводит к увеличению концентраций растворенных в его водах веществ, в том числе, вызывает увеличение превышения концентраций меди в них над уровнями ПДК.

Убыль воды из водоемов охладителей АЭС обусловлена не только ее испарением с их поверхности, но и ее плановым сбросом в другие водные объекты (т. н. «продувкой»), который осуществляется ежесуточно. Продувка этих водоемов осуществляется с целью предотвращения чрезмерной минерализации их вод, вследствие выпаривания.

Объем испаряющихся из водоемов-охладителей АЭС, а также сбрасываемых при продувке вод с повышенной минерализацией, ежесуточно замещается таким же объемом вод из близлежащей реки, содержащих меньше растворенных солей. При этом минерализация вод этих водоемов, а также уровень их водной поверхности, остаются практически неизменными.

Объем суточной подпитки водоема-охладителя водой определяется объемом вод, сбрасываемых при его продувке, а также интенсивностью испарения воды с поверхности. Объем продувки выбирается, учитывая значение расхода воды в реке. Вследствие сезонной изменчивости расходов большинства рек Восточной Европы, объемы продувки водоемов-охладителей расположенных здесь АЭС максимальны в апреле-июне и минимальны в августе-сентябре.

Наряду с продувкой, существенным фактором снижения химического загрязнения вод подобных водоемов, является биологическое потребление создающих его загрязняющих веществ. Основными их потребителями являются продуценты (фитопланктон и макрофиты). Определенную роль в биологической очистке их вод могут играть также моллюски - фильтраторы [15, 16]. Интенсивность биологического потребления загрязняющих ве-

шеств в таких водоемах определяется характерным для них видовым составом подобных организмов, суммарной биомассой их популяций, а также трофностью их вод, обуславливающей возможность дальнейшего ее увеличения.

В случае если воды реки, закачиваемые в водоем-охладитель АЭС, при его подпитке, изначально загрязнены некоторым веществом, загрязнение им вод, сбрасываемых при продувке, вследствие их выпаривания, усиливается. В результате этого тепловое загрязнение водоема-охладителя АЭС, фактически порождает химическое загрязнение вод, сбрасываемых из него в другие водные объекты, даже в случаях, когда основным источником загрязняющих веществ ее энергоблока и не являются.

Подобная ситуация имеет место на Южно-Украинской АЭС (ЮУ АЭС), водоем охладитель которой участвует в водообмене с рекой Ю. Буг. ЮУ АЭС является наиболее быстро развивающейся АЭС Украины. На ней ныне функционирует три энергоблока с реакторами ВВЭР-1000, ведется строительство четвертого энергоблока, а в перспективе возможно сооружение еще и пятого энергоблока. В качестве водоема-охладителя используется Ташлыкское водохранилище, обладающее объемом 86 млн. м³ и площадью поверхности - 8,6 км².

Воды реки Ю. Буг, подпитывающие данное водохранилище, изначально загрязнены медью. В период с 2002 по 2010 г.г. концентрации меди в них превышали соответствующий уровень ПДК для рыбохозяйственных водоемов - 0,001 мг/дм³ [14].

Объемы суточной продувки Ташлыкского водоема-охладителя, а также его подпитки водой, на протяжении года изменяются в соответствии с изменениями расхода воды в реке Ю. Буг. Они являются максимальными в апреле-июне, и минимальными в августе-сентябре.

Главные потребители меди из водной среды - продуценты, в Ташлыкском водохранилище представлены фитопланктоном и макрофитами. Здесь обитают 64 вида фитопланктона, относящиеся к 5-ти таксономическим группам (синезеленые, пиррофитовые, диатомовые, эвгленовые и зеленые).

Средние за год значения удельной численности и удельной биомассы фитопланктона в поверхностном слое данного водного объекта составляют соответственно 5995 тыс.кл./л и 4,116 г/м³. Среднемесячные значения этих показателей минимальны осенью, а максимальны - летом и зимой.

Весьма значительны также численность и биомасса популяций обитающих в водохранилище однолетних макрофитов. В начале каждого цикла развития таких организмов происходит их бурный рост (от одной до многих миллиардов клеток), а к концу года они отмирают. Поэтому зимой их мало, наиболее интенсивное увеличение суммарной биомассы их популяций происходит в весенние месяцы, а летом ее значение достигает максимума. При

этом медь сорбируется из воды, что приводит к частичной очистке вод Ташлыкского водохранилища от меди, а также накоплению этого вещества в их организмах. При продувке значительные количества этих растений поступает в Александровское водохранилище, унося с собой накопившуюся в них медь, что вызывает его загрязнение. Макрофиты в Ташлыкском водохранилище являются также основным компонентом механического загрязнения его вод, а их поступление в энергоблоки АЭС недопустимо. Поэтому на АЭС принимаются меры по ограничению темпов их развития [17, 20, 21, 22].

Основными биогенами, лимитирующими развитие в Ташлыкском водохранилище макрофитов и фитопланктона, принято считать аммонийный азот (NH₄⁺), нитраты (NO₃⁻), нитриты (NO₂⁻) а также фосфаты (PO₄³⁻). Главным источником потока этих веществ, поступающих в данный водоем, являются подпитывающие его воды реки Ю. Буг. Чем выше их содержание в этих водах, тем выше темпы развития в нем организмов - потребителей меди, а также выше эффективность биологической очистки от данного вещества его вод [18]. Сильней при этом становится и их механическое загрязнение макрофитами. Это позволяет рассматривать изменения потоков перечисленных биогенов, а также меди, поступающих в Ташлыкское водохранилище из реки Ю. Буг, при его подпитке, как факторы его экологической безопасности. Вместе с тем особенности влияния на нее подобных факторов могут существенно различаться. Вследствие этого различными могут быть и их роли в изменениях концентраций меди в водах, сбрасываемых из рассматриваемого водоема при продувке.

Поток меди, поступающий в Ташлыкское водохранилище, обусловлен не только его подпиткой водами реки Ю. Буг, но и сбросом содержащих это вещество технологических вод из энергоблоков. Этот сброс производится по отводящим каналом, едиными водными потоками, которые столь быстро стекают в водоем, что практически не успевают остыть. Поток меди, поступающий из этого источника в водоем-охладитель, в штатном режиме функционирования энергоблоков, от времени года не зависит.

Планирующееся увеличение числа функционирующих энергоблоков АЭС, сбрасывающих свои воды в это водохранилище, наверняка приведет к усилению его загрязнения теплом и медью. Вследствие этого углубление представлений о влиянии на экологическую безопасность Ташлыкского водохранилища изменений потоков упомянутых биогенов, а также меди, поступающих в него из реки Ю. Буг, представляет не только теоретический, но и существенный практический интерес.

Ныне систематический мониторинг этих изменений осуществляется эколого-химической лабораторией отдела охраны окружающей среды ЮУ

АЭС. Тем не менее, особенности влияния изменений концентраций NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- и PO_4^{3-} , а также концентраций меди в водах, поступающих в Ташлыкское водохранилище из реки Южный Буг, на концентрации меди в водах, сбрасываемых из него при продувке, ныне изучены недостаточно.

Учитывая это, в качестве объекта данного исследования выбраны изменения концентраций меди в водах Ташлыкского водоема-охладителя ЮУ АЭС, сбрасываемых из него при продувках, а также концентраций NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- и PO_4^{3-} в водах реки Ю. Буг, ежесуточно подпитывающих этот водоем.

Предметом исследования являлись особенности влияния изменений концентраций биогенов в водах реки Ю. Буг, поступающих в Ташлыкский водоем-охладитель ЮУ АЭС, на динамику уровня загрязнения его вод медью.

Целью работы являлось оценка роли изменений концентраций NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- и PO_4^{3-} в водах реки Ю. Буг, поступающих в Ташлыкский водоем-охладитель ЮУ АЭС, на динамику уровня загрязнения его вод медью.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ И ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Для достижения поставленной цели рассматривались временные ряды, членами которых являются среднемесячные значения концентраций Cu , NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- и PO_4^{3-} в водах реки Ю. Буг, подпитывающих Ташлыкский водоем-охладитель ЮУ АЭС, а также меди в поверхностном слое его акватории, из которой, при продувке, осуществляется сброс его вод в Александровское водохранилище. Указанные временные ряды получены путем усреднения относящихся к тому или иному месяцу, соответствующих результатов гидрохимического мониторинга водных объектов в зоне влияния ЮУ АЭС, осуществляемого ее эколого-химической лабораторией. Они включают данные, относящиеся к периоду с января 2005 по декабрь 2010 г.г. В том числе анализы концентраций NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- и PO_4^{3-} в пробах воды реки Ю. Буг производились 8 раз в месяц. Анализы концентраций меди осуществлялись один раз в месяц.

Изучавшиеся пробы воды отбирались в реке Ю. Буг непосредственно у водозабора, а также в поверхностном слое рассматриваемого водоема (на удалении 200 м к северу от шандоры, через которую осуществляется сброс его вод, при продувке).

Измерение концентраций меди в пробах производилось с использованием метода атомно-адсорбционной спектрометрии. Концентрации биогенов в пробах определялись с помощью калориметрического метода [19].

При выявлении биогенов, оказывавших наиболее существенное влияние на динамику концентраций меди в водах, сбрасываемых из Ташлыкского водохранилища при продувках, предпола-

лось, что мерой значимости влияния каждого из них является значение коэффициента парной корреляции соответствующих временных рядов.

При оценке месячных потоков рассматриваемых веществ, поступающих в том или ином месяце из реки Ю. Буг, соответствующие среднемесячные значения их концентраций и месячный объем подпитки Ташлыкского водохранилища перемножались.

Влияние изменений месячного потока некоторого вещества рассматривалось как значимое, если модуль коэффициента их парной корреляции, с изменениями концентраций меди в воде, сбрасываемой из водоема, по модулю превышало 95% порог достоверной корреляции по критерию Стьюдента. Значения этого порога оценивались, с учетом числа степеней свободы изучаемых временных рядов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

В соответствии с рассмотренной методикой сформированы временные ряды среднемесячных значений концентраций Cu , NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- и PO_4^{3-} в водах реки Ю. Буг, подпитывающих Ташлыкский водоем-охладитель ЮУ АЭС, а также меди в поверхностном слое его акватории, из которой, при продувке, осуществляется сброс его вод в Александровское водохранилище.

На рис. 1 для каждого изучавшегося года приведены зависимости от номера месяца среднемесячных концентраций Cu в водах реки Ю. Буг, подпитывающих Ташлыкское водохранилище.

Как видим из рис. 1, среднемесячные концентрации Cu в водах реки Ю. Буг, подпитывающих Ташлыкское водохранилище, существенно зависят от времени года. Их наибольшие значения в период с 2005 по 2008 гг. соответствуют июню, что, по – видимому объясняется влиянием паводкового стока с речных побережий. Наименьшие значения среднемесячных концентраций Cu в этих водах соответствуют августу.

Поскольку годовой поток Cu , поступающий в Ташлыкский водоем охладитель из реки Ю. Буг больше, чем из действующих трех энергоблоков ЮУ АЭС, который на протяжении года остается практически неизменным, очевидно, что при отсутствии биологического потребления этого вещества, годовой ход его концентраций в данном водоеме был бы таким же. Как показал анализ зависимостей от номера месяца среднемесячных концентраций NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- и PO_4^{3-} в водах реки Ю. Буг, подпитывающих Ташлыкское водохранилище, для различных лет в период с 2005 по 2010 гг., устойчивыми они являются лишь для таких биогенов, как PO_4^{3-} и NO_3^- .

Примеры упомянутых зависимостей, соответствующих данным веществам, приведены на рис. 2.

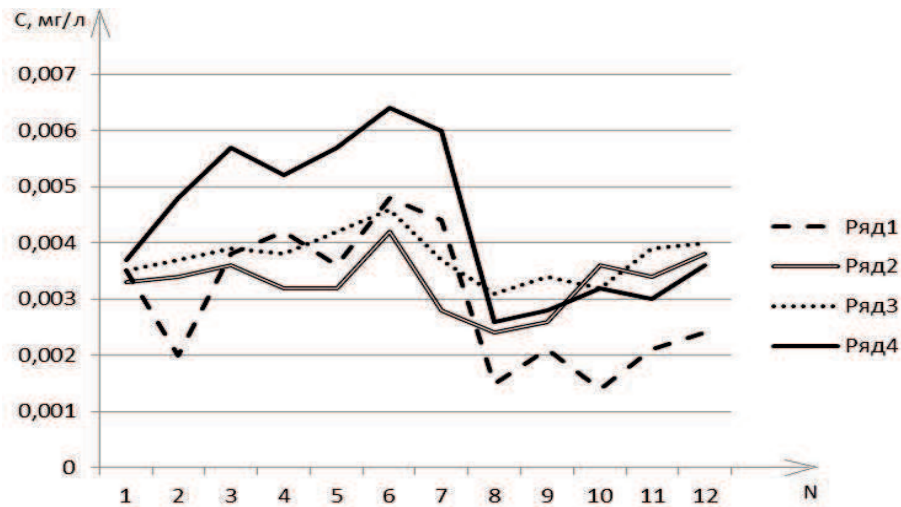
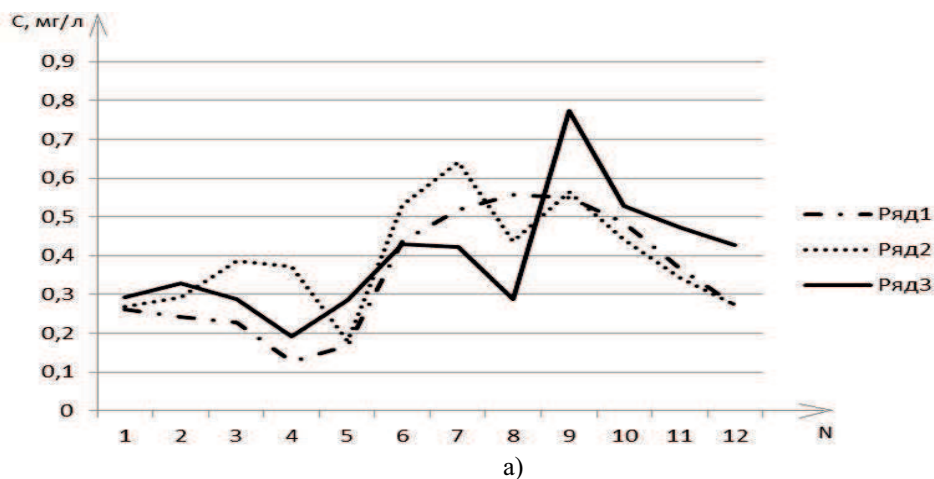
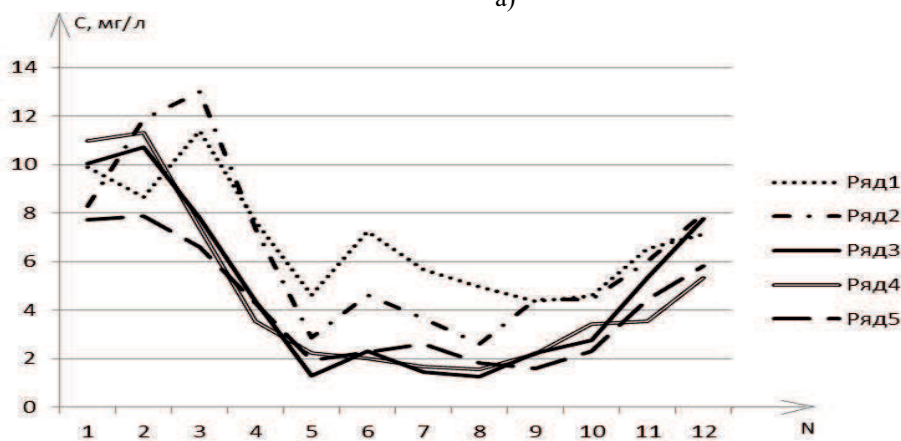


Рис. 1. Изменения среднемесячных концентраций (С) меди в водах реки Ю. Буг вблизи водозабора ЮУ АЭС, в зависимости от месяца (N): ряд 1 – 2005 г., ряд 2 – 2006 г., ряд 3 – 2007 г., ряд 4 – 2008 г..
 Fig. 1. Changes of average monthly concentrations (C) a copper in waters of the river S. Bug near-by the water intake of YU AES, depending on a month (N):. row 1 – 2005; row 2 – 2006; row 3 – 2007; row 4; – 2008.



а)



б)

Рис. 2. Изменения среднемесячных концентраций (С) PO_4^{3-} (а) и NO_3^- (б) в водах реки Ю. Буг вблизи водозабора ЮУ АЭС, в зависимости от месяца (N): ряд 1 – 2005 г., ряд 2 – 2006 г., ряд 3 – 2007 г., ряд 4 – 2008 г..
 Fig. 2. Changes of average monthly concentrations (C) PO_4^{3-} (a) and NO_3^- (б) in waters of the river S. Bug near-by the water intake of YU AES, depending on a month (N):. row 1 – 2005; row 2 – 2006; row 3 – 2007; row 4; – 2008.

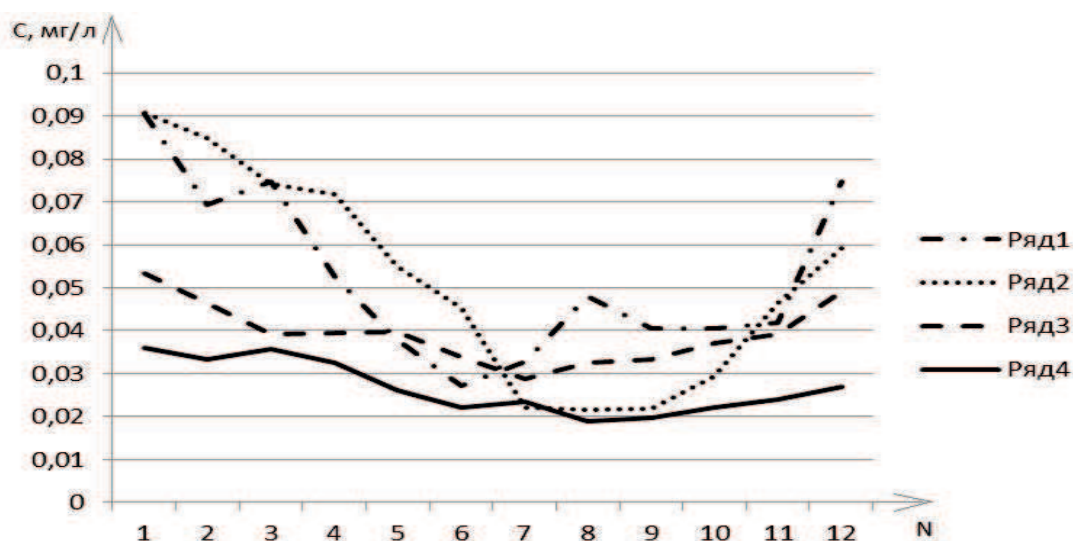


Рис. 3. Изменения среднемесячных концентраций (С) меди в водах Ташлыкского водоема – охладителя, в зависимости от номера месяца (N). ряд 1 – 2005; ряд 2 – 2006; ряд 3 – 2007; ряд 4 – 2008.

Fig. 3. Changes of average monthly concentrations (C) a copper are in waters of Tashlyk reservoir – cooler, depending on the number of month (N). row 1 – 2005; row 2 – 2006; row 3 – 2007; row 4 – 2008.

Как следует из рисунка 2а, среднемесячные концентрации PO_4^{3-} в водах реки Ю. Буг, подпитывающих Ташлыкское водохранилище, существенно зависят от номера месяца и достигают максимальных значений в июле-сентябре. Минимальные их значения соответствуют апрелю-маю.

Как видно из рисунка 2б, среднемесячные концентрации NO_3^- в водах реки Ю. Буг, подпитывающих Ташлыкское водохранилище, также существенно зависят от времени года, но достигают максимальных значений в зимние месяцы – феврале – марте.

В мае и августе – сентябре их значения минимальны. Из этого следует, что наиболее существенная подпитка водорослей, обитающих в данном водохранилище, нитратами происходит именно в феврале – марте.

На рис. 3 для ряда изучавшихся лет приведены зависимости от номера месяца среднемесячных концентраций Си в водах Ташлыкского водохранилища, вблизи шандоры, через которую, при продувке, производился их сброс..

Из рисунка 3 видно, что среднемесячные концентрации Си в Ташлыкском водохранилище, вблизи шандоры, через которую осуществляется продувка, существенно зависят от времени года. Они достигают максимума в декабре-январе, а минимума – в июне-августе. Нетрудно видеть, что годовой ход концентраций Си в Ташлыкском водохранилище практически противоположен зависимости их от времени года в водах, подпитывающих

его. Такое возможно лишь в случае, когда биологическое потребление меди в нем весьма существенно.

Корреляционный анализ связей между изменениями среднемесячных концентраций Си в рассматриваемом пункте Ташлыкского водохранилища, а также месячных потоков Си, NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- и PO_4^{3-} , поступающих из реки Ю. Буг, показал, что значимая отрицательная корреляция имеет место лишь с изменениями потоков PO_4^{3-} и NO_3^- . Увеличение потока фосфатов, поступающих в водохранилище при его подпитке водой реки Ю. Буг, летом подпитывает вспышку развития в нем водорослей, потребляющих медь.

Среднемесячные концентрации Си в Ташлыкском водохранилище минимальны в летние месяцы, когда биомассы всех видов водорослей, развивающихся в нем, максимальны, что позволяет предполагать причинную связь между этими процессами. При этом в зимние, месяцы, когда концентрации фитопланктона в Ташлыкском водоеме охладителе максимальна, концентрации Си в его водах также максимальна, что свидетельствует об отсутствии значимого влияния развития подобных организмов на рассматриваемый процесс. В тоже время имеет место противоположность фаз сезонных изменений в данном водном объекте концентраций Си, а также потоков фосфатов в подпитывающих его водах реки Ю. Буг, стимулирующих развитие однолетних макрофитов. Последнее позволяет предполагать, что основными потребителями меди в нем являются однолетние макрофиты (для

которых годовой максимум суммарной биомассы их популяций также приходится на лето).

Как показал корреляционный анализ, с изменениями месячных потоков NO_3^- статистическая связь рассматриваемого процесса значима, лишь при условии, что он запаздывает по отношению к ним на 4...5 месяцев. Это позволяет предполагать, что существенное увеличение в феврале-марте потока нитратов в рассматриваемый водоем инициирует вспышку развития в нем макрофитов, биомасса популяции которых достигает максимальных значений спустя 4-5 месяцев – в июне-августе.

Из рассмотренных результатов следует, что уменьшение химического загрязнения вод Ташлыкском водоема-охладителя ЮУ АЭС медью и усиление их механического загрязнения подобными во-

ВЫВОДЫ

Таким образом, установлено, что изменения потоков Cu , NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- поступающих в Ташлыкское водохранилище, при его подпитке водой из реки Ю. Буг, значимыми факторами изменчивости среднемесячных концентраций Cu в водах, сбрасываемых из него при продувке, не являются.

Существенное влияние как на изменение среднемесячных концентраций Cu в сбрасываемых водах, так и на развитие в Ташлыкском водохранилище водорослей, оказывают изменения потоков фосфатов и нитратов, поступающих при его подпитке из реки Ю. Буг. При увеличении этих потоков, концентрации Cu , в продувочных водах уменьшаются, а механическое загрязнение водорослями вод данного водохранилища усиливается.

Главной причиной химического и механического загрязнения вод Ташлыкского водоема охладителя является их тепловое загрязнение, вызывающее испарение значительных объемов воды с его поверхности, для компенсации которого, данное водохранилище приходится подпитывать водами реки Ю. Буг, доставляющими в него основную часть поступающих в него потоков как биогенов, так и Cu .

Эффективным способом уменьшения, как химического, так и механического загрязнения вод Ташлыкского водоема охладителя является снижение температуры сбрасываемых в него технологических (циркуляционных) вод из энергоблоков АЭС, для чего целесообразно их сброс осуществлять не непосредственно, а через дополнительную систему теплообмена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исидоров В., 2001.: Экологическая химия. – СПб.: Химиздат. – 300.

дорослями, взаимосвязаны, поскольку вызваны действием одним и тем же фактора - увеличением потоков фосфатов и нитратов, поступающих из реки Ю. Буг при его подпитке. Для уменьшения этих потоков необходимо уменьшить интенсивность испарения воды с поверхности донного водоема, что возможно путем ослабления его теплового загрязнения. Так как главным фактором, создающим это загрязнение, являются нагретые технологические (циркуляционные) воды, сбрасываемые в него непосредственно из энергоблоков по отводящим каналам, для снижения их температур целесообразно их предварительно пропускать через дополнительные теплообменники. В них эти воды могли бы отдавать излишки тепла воздуху.

2. Лудевиг Р., 1983.: Острые отравления. Руководство. – М.: Медицина. – 559.

3. Вернадский В., 1954.: Очерки геохимии // Избр. соч.: В 5 т. – М.:Изд-во АН СССР, т.1, 7 – 39.

4. Перельман А., 1989.: Геохимия. – М.: Высш.шк. – 528.

5. Перельман А., 1975.: Геохимия ландшафтов. – М.: Высшая школа. – 342.

6. Перельман А., 1982.: Геохимия природных вод. – М.:Наука. – 151.

7. Линник П., Набиванец Б., 1986.: Формы миграции металлов в природных поверхностных водах. - Л.: Гидрометеоздат. – 286.

8. Мур Дж., Рамамурти С., 1987.: Тяжелые металлы в природных водах. – М.: Мир. – 286.

9. Смоляков Б., Жигула М., Рыжих А. и др., 2004.: Поведение различных форм меди (II) в пресноводной экосистеме// Водные ресурсы. – т. 31, № 1, 60 – 68.

10. Лейн А., Иванов М., 1988.: Глобальные биогеохимические циклы элементов и влияние на них деятельности человека// Геохимия. – № 2, 280 – 291.

11. Жимерин Д., 1987.: Проблемы развития энергетики. – М.: Энергия. – 284.

12. Водохранилища и водооградительные сооружения ГАЭС, ТЭС и АЭС, 1989.:/ Под ред. Т.П. Доценко. – М.: Энергоатомиздат. – 191.

13. Мороз Н., 2006.: Екологічний моніторинг важких металів для забезпечення технологічного регламенту продувки ставка-охолоджувача АЕС (на прикладі Запорізької АЕС). Автореферат дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Севастополь. – 24.

14. Беспамятнов Г., Кротов Ю., 1985.: Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник. – Л.: Химия. – 480.

15. Добровольский В., 2003.: Основы биогеохимии. – М.: Академия. – 357.

16. Присутствие макрофитов в водной системе ускоряет снижение концентраций меди, свинца и

других тяжелых металлов в воде, 2009.:// Водное хозяйство России. – №. 2, 58 – 67.

17. Гидрометеорологическая характеристика Ташлыкского водохранилища и расчеты параметров его продувки, 1993.: К.: Киевский государственный институт изысканий и исследований, 20 – 29.

18. Клячко В., Апельцин И., 1971.: Очистка природных вод. – М.: Издательство литературы по строительству. – 579.

19. Пляскина Д., Коровина В., Малых В., 1971.: //Журнал прикладной химии. – т. 36, 1048.

20. Ветрова Н., 2010.: Устойчивость окружающей природной среды и оценка уровня экологической безопасности региона// MOTROL. – №12D, **Ошибка! Закладка не определена.** – 188.

21. Saliev E., 2009.: Ecological and economic problems of power saving up technologies' introduction in Ukraine.// MOTROL. – №11B, 104 – 110.

22. Холопцев О, Жебет Л., 2011.: Оцінка впливу південноукраїнської АЕС на динаміку радіологічних режимів водних об'єктів, які розташовані у зоні її впливу// MOTROL. – №13C, 194 – 200.

FEATURES OF INFLUENCE SEASONAL
CHANGES OF CONCENTRATIONS
BIOGENES ARE IN WATERS OF RIVER
SONTH BUG, ACTINGS IN TASHLYKSKIY
RESERVOIR VODOEM-COOLER of
YUZHNO-UKRAINIAN AES, ON
CONTAMINATION of HIS WATERS
COPPER.

Summary. The features of influence of seasonal changes of concentrations of biogenes are considered in waters of the river Sonth Bug, actings every day in TashlykSKIY reservoir-cooler of Yuzhno-Ukrainian AES, on the changes of concentrations of me-di in waters, thrown down from him at blowing out. An upcast is offered for diminishing of chemical and mechanical contamination of waters of this storage pool in him technological (circulation) waters from power units to carry out through additional teploobmenniki, that will result in diminishing of his thermal contamination, and also intensity of evaporation of water from his surface and will allow the umenshit' volumes of waters, pumped from the river Sonth Bug, which bring both a copper and biogenes.

Key words: ecological safety, copper, biogenes, AES, a reservoir is a cooler, bioscrubbing.

ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР ПОВЕРХНОСТНЫХ ТЕЧЕНИЙ ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ ЗЕМЛИ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ГЛОБАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ОКЕАНИЧЕСКОГО КОНВЕЙЕРА ПРИ СОВРЕМЕННОМ ПОТЕПЛЕНИИ КЛИМАТА

Александр Холопцев

Севастопольский национальный технический университет

Адрес: Украина, 99053, Севастополь, ул. Университетская, 33; e-mail: holoptsev@mail.ru.

Аннотация. Установлено, что водообмен между Северной и Южной Атлантикой ощутимо влияет на потепление климата в Северо-Атлантическом регионе, происходящее в современном периоде. Значимыми факторами этого процесса являются также устойчивое снижение поверхностных температур акваторий Южного полушария, расположенных в зоне северной периферии течения Западных ветров, а также потепление вод Бенгельского течения, течения Мыса Игольного (Агульяс), Южно-Пассатного и Муссонного течений Индийского океана.

Ключевые слова: поверхностные океанические течения, аномалия температуры, поток тепла, Атлантический океан, Индийский океан, Тихий океан, современное потепление климата.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных факторов, формирующих климат Северного полушария Земли, является его водообмен с Южным полушарием, обусловленный существованием Глобального теплового океанического конвейера [1] – системы океанических течений, обеспечивающих приток в него теплой воды и отток холодной. Воды участвующих в этом процессе поверхностных течений согревают и увлажняют омываемую ими сушу, оказывая существенное влияние на развитие ее ландшафтов [2, 3]. Поэтому выявление особенностей изменений их теплосодержания, происходивших в различные периоды их существования, является актуальной проблемой физической географии.

Наибольший интерес решение данной задачи представляет для современного периода, начавшегося в середине XX века, существенной особенностью которого является глобальное потепление климата, выявленное Ф.Д. Джоунсом и Т.М. Уигли [4] в 1986 г..

По мнению Международной группы экспертов по проблемам изменений климата (IPCC) [5], разделяемому многими отечественными и зарубежными учеными, этот процесс продолжается и ныне, а его главной причиной является усиление парникового эффекта в земной атмосфере, в основном обусловленное увеличением содержания в ней диоксида углерода и метана. Наряду с упомянутым явлением, изменения средних температур в Северном и Южном полушариях планеты могут вызывать и другие факторы [3, 6], к числу которых относятся и изменение теплосодержания вод, транспортируемых Глобальным тепловым океаническим конвейером [1]. Его главными поверхностными течениями, расположенными в Северном полушарии, являются образующийся на выходе из Мексиканского залива Гольфстрим и Северо-Атлантическое течение.

В Мексиканский залив, через Карибское море, из Южного полушария несут свои воды северная ветвь Южно-Пассатного течения Атлантики, а также Гвианское течение, ответвляющееся от его южной ветви на траверзе мыса Сан Роки (Бразилия). Поэтому изменения их теплосодержания способны значимо влиять на температуры вод, переносимых упомянутыми течениями Северного полушария.

Южно-Пассатное течение Атлантики формируется у берегов Африки, на широте южного тропика, при слиянии вод Бенгельского и Гвинейского течений. Основными факторами изменчивости температур его вод являются изменения поглощаемых поверхностью соответствующей акватории Атлантики потоков солнечной радиации и обратного теплового излучения атмосферы, а также температур вод, приносимых Бенгельским течением.

Бенгельское течение образуется в результате взаимодействия проникающего в Атлантику из Индийского океана течения мыса Игольного (Агульяс) с северной периферией несущего свои воды в противоположном направлении течения Западных ветров [7, 8]. Изменения поверхностных температур акваторий Атлантики, через которые оно несет свои воды, во многом определяются значениями расхода, средней солености и средней температуры вод упомянутых течений.

Течение Западных ветров – мощнейший циркуляционный водный поток Южного полушария, располагающийся в зоне Мирового океана, на термический режим которой способно значимо влиять не только поглощение солнечной радиации и взаимодействие с атмосферой, но поступление холодных распресненных вод, образующихся при таянии антарктического сегмента криосферы.

Течение мыса Игольного возникает при слиянии вод Мозамбикского и Мадагаскарского течений Индийского океана. Упомянутые течения представляют собой южные ветви Южно-Пассатного

течения Индийского океана, несущего свои воды в преимущественно зональном направлении, между параллелями 10°S и 20°S.

Южно-Пассатное течение Индийского океана образуется в восточной части его тропической зоны из вод поступающей сюда через Торресов пролив струи Южно-Пассатного течения Тихого океана, а также вод Западно-Австралийского течения (продолжения соответствующей северной ветви течения Западных ветров). Поэтому на изменения его температуры и солёности могут ощутимо влиять изменения аналогичных характеристик вод Южно-Пассатного течения Тихого океана.

В отличие от прочих поверхностных течений, входящих в состав Глобального теплового океанического конвейера, Южно-Пассатное Течение Тихого океана формируется водами одного лишь этого океана. В его образовании на востоке тропической зоны этого океана принимают участие воды Перуанского течения, являющегося северной ветвью течения Западных ветров.

Таким образом, на изменения средних температур вод, переносимых каждым поверхностным течением, входящим в состав Глобального теплового океанического конвейера, влияют перемены климата соответствующих акваторий Атлантического, Индийского и Тихого океана, а также изменения температур всех предыдущих его звеньев, расположенных преимущественно в тропической зоне Южного полушария планеты. Это позволяет предполагать, что за период современного потепления климата, изменения средних температур их вод могли быть значительными.

В современной фазе прецессии земной оси, поток солнечной радиации, поступающий за год в Южное полушарие нашей планеты, на 7% больше чем ее поток, поступающий в Северное полушарие. Основная часть этого потока поглощается подстилающей поверхностью тропической зоны каждого полушария. В Южном полушарии часть поверхности этой зоны, занятая океанами, больше, чем в Северном полушарии. Как следствие, доля потока солнечной радиации, падающего на поверхность тропической зоны Южного полушария, которая ею поглощается, больше, чем доля ее потока поглощаемая в тропической зоне Северного полушария. Все это приводит к тому, что количество теплоты, получаемое за год акваториями Южного полушария, по которым несут свои воды поверхностные течения Глобального теплового океанического конвейера, существенно больше, чем соответствующими акваториями Северного полушария, а приход в него этих вод его ощутимо согревает. По оценкам [1], описанный процесс приводит к повышению среднегодовых температур в Западной Европе на 5°С.

Одной из характеристик среднего теплосо-держания вод некоторого поверхностного океанического течения является среднегодовое значение

средней температуры поверхности акватории, в которой расположен его стрежень [9].

Наблюдения за изменениями поверхностных температур во многих районах Атлантики, Индийского и Тихого океана, где расположены соответствующие звенья Глобального теплового океанического конвейера, начались еще в начале XIX века. Вместе с тем в большинстве из них систематические и непрерывные наблюдения ведутся лишь с 1948 года. Их результаты в виде временных рядов аномалий среднемесячных температур квадратов поверхности Мирового океана, обладающих размерами 5° x 5°, представлены в [11]. Для акваторий тропической зоны Тихого сведения об изменчивости их среднемесячных температур за тот же период приведены в [10]. Для акваторий Мирового океана, расположенных в зоне течения Западных ветров, временные ряды аналогичных данных в [11] представлены за период с 1964 г..

Наиболее детально изучены изменения температурного режима акваторий, в которых расположены Гольфстрим и Северо-Атлантическое течение [12, 13]. Установлено, что в период современного потепления климата теплосодержание вод Гольфстрима увеличивается. Роль в этом процессе и потепления климата во всем Северном полушарии прочих звеньев Глобального теплового океанического конвейера, образуемых поверхностными океаническими течениями Южного полушария, ныне изучена недостаточно, что осложняет его долгосрочное прогнозирование.

Учитывая это, в качестве объекта данного исследования выбраны распределения по поверхности Атлантического, Индийского и Тихого океанов аномалий среднегодовых значений их поверхностных температур.

Предметом исследования являются изменения аномалий среднегодовых значений поверхностных температур Южного полушария Земли, входящих в состав Глобального теплового океанического конвейера, при современном потеплении климата.

Целью данного исследования является выявление проявившихся за период современного потепления климата особенностей изучаемых процессов для их долгосрочного прогнозирования.

МЕТОДИКА И ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Для достижения указанной цели изучались особенности изменения за период после 1950 г. среднегодовых значений аномалий поверхностных температур акваторий, в пределах которых расположены стрежни следующих океанических течений:

- Южно-Пассатного течения Атлантики;
- Бенгельского течения;
- Гвинейского течения;

- течения мыса Игольный (Агульяс), а также течения Западных ветров, в зоне образования Бенгельского течения;
- Южно-Пассатного течения Индийского океана в его западной и восточной частях,
- Южно-Пассатного течения Тихого океана в его западной и восточной частях,
- Муссонного течения Индийского океана (в южной части Бенгальского залива).

При этом исследовались такие особенности изучаемых процессов, как зависимости от года начала скользящего «окна» продолжительностью десять лет усредненных по нему аномалий среднегодовых температур поверхности тех или иных акваторий Атлантики, Индийского и Тихого океанов.

Расположение акваторий, для которых проводились исследования, приведено в таблице 1. При этом для акваторий Тихого океана использовались временные ряды среднемесячных значений аномалий поверхностных температур подобных акваторий, за период с 1950 по 2010 г., полученные из

[10]. Для прочих изучавшихся акваторий учитывались временные ряды тех же характеристик, представленные в [11]. Эти ряды были преобразованы в соответствующие ряды среднегодовых значений аномалий поверхностных температур. Для каждого из полученных таким образом рядов осуществлялось их сглаживание в скользящем окне продолжительностью 10 лет.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

В соответствии с рассмотренной методикой, для каждой изучавшейся акватории рассчитаны временные ряды усредненных за соответствующее десятилетие среднегодовых значений аномалий их поверхностных температур.

На рис. 1 приведена зависимость рассматриваемой характеристики от года начала десятилетия, за которое она рассчитана, для акватории Атлантики, ограниченной параллелями 5°N и 20°S и меридианами 30°W-10°E

Таблица 1. Координаты изучавшихся акваторий
Table 1. Co-ordinates of the studied aquatoriums

Наименование течения	Границы по широте	Границы по долготе	Примечание
Южно-Пассатное течение	5°N- 20°S	30°W-10°E	Атлантический океан
Гвинейское течение	0°N- 5°N	5°W- 10°W	
Бенгельское течение	30°S-35°S	10°E- 15°E	
Северная периферия течения Западных ветров	40°S-50°S	0°E – 20°E	У слияния с течением мыса Игольного
Течение Мыса Игольный (Агульяс)	35 °S-40 °S	15°E-25°E	
Южно-Пассатное течение	15°S-20 °S	65°E- 70 °E	Индийский океан западная часть
Южно-Пассатное течение	15°S-20 °S	100°E-105°E	Индийский океан восточная часть
Южно-Пассатное течение	5° N - 5°S	160°E- 150 °W	Тихий океан западная часть
Южно-Пассатное течение	0 °S-10°S	80°W-90°W	Тихий океан восточная часть
Муссонное течение	10°N-5°N	85°E - 90°E	Индийский океан (южная часть Бенгальского залива)

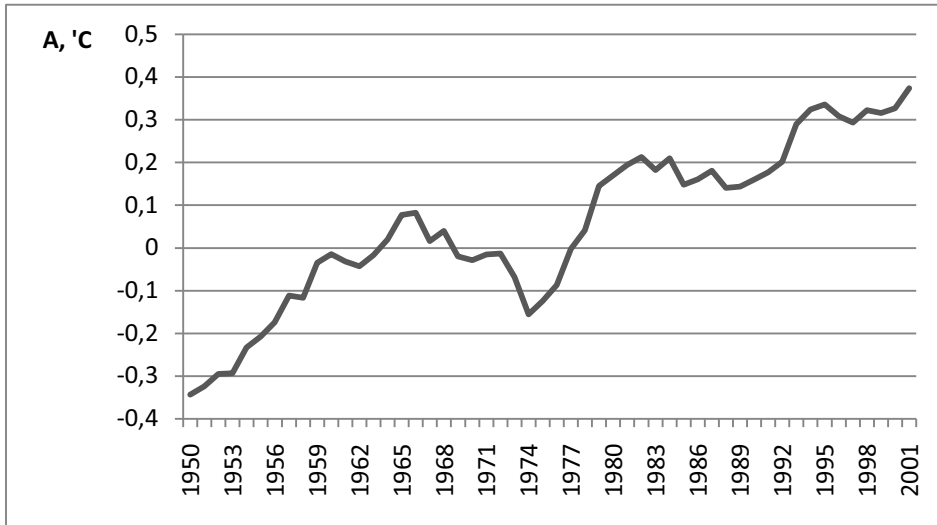


Рис. 1. Зависимость среднегодовых значений аномалий поверхностной температуры акватории Атлантики, ограниченных координатами: 30°W-10°E и 5°N и 20°S.
 Fig. 1. Dependence of average annual values of anomalies of superficial temperature of aquatorium of Atlantiki, limited co-ordinates: 30°W-10°E and 5°N и 20°S.

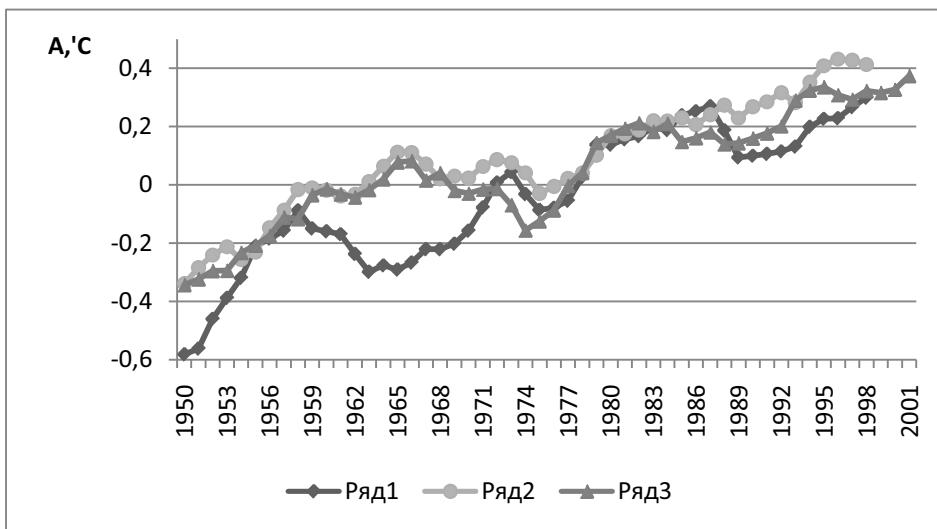


Рис. 2. Зависимость среднегодовых значений аномалий поверхностной температуры акватории Атлантики: ряд 1 – Бенгельское; ряд 2 – Гвинейское; ряд 3 – Южно-Пассатное течение.
 Fig. 2. Dependence of average annual values of anomalies of superficial temperature of aquatorium of Atlantik's: row 1 – Bengel; row 2 – Guinean; row 3 – South Trade wind flow.

Как видно из рис. 1, за период после 1950 года, усредненные за десятилетие среднегодовые значения аномалии поверхностной температуры вод Южно-Пассатного течения, в том числе его струй поступающих в Северное полушарие (Карибское море) увеличились более чем на 0,7°С. В результате этого поток тепла, доставляемого водами указанного течения через экватор, за данный период существенно увеличился. Его увеличение носило волнообразный характер (период этих волн приблизительно 18 лет).

На рис. 2 для периода представлены зависимости усредненных за то или иное десятилетие среднегодовых значений аномалий поверхностных температур изучавшихся акваторий Атлантики, соответствующих Гвинейскому, Бенгельскому и Южно-Пассатному течению.

Как следует из рис. 2, усредненные за соответствующие десятилетия среднегодовых значений аномалий температур вод, переносимых Гвинейским и Бенгельским течениями в период после 1950 года возрастали. При этом в десятилетия, начинавшиеся с 1950 по 1972 гг изменения рассмат-

риваемой характеристики Южно-Пассатного течения и Гвинейского течения практически совпадали (влияние Бенгельского течения практически не ощущалось). Причиной этого являлись низкие температуры вод Бенгельского течения, благодаря которым их плотность существенно превосходила плотность вод Гвинейского течения. В зоне их слияния, приводящего к образованию Южно-Пассатного течения, менее плотные воды Гвинейского течения формировали преимущественно его поверхностный слой, а воды Бенгельского течения «пордныривали» под них и на поверхности практически отсутствовали.

В десятилетия, начинавшиеся после 1973 года, совпадающие с современным потеплением климата, связь изменений этой характеристики Южно-Пассатного течения с соответствующими ее изменениями для Бенгельского течения ощутимо усилилась. Это явилось результатом повышения температур вод, приносимых Бенгельским течением, значения плотности которых при этом приблизились к плотности вод Гвинейского течения, что сделало возможным их перемешивание и совместное формирование поверхностного слоя Южно-Пассатного течения.

На рис. 3 показаны зависимости усредненных за то или иное десятилетие среднегодовых значений аномалий поверхностных температур изучавшихся акваторий Атлантики, соответствующих северной ветви течения Западных ветров, течению Мыса Игольного и Южно-Пассатному течению.

Из рисунка 3 видно, что за период после 1964 года рассматриваемая характеристика течения мыса Игольного увеличивалась, в то время как для северной периферии течения Западных ветров она

уменьшалась. Причиной этого являлось глобальное потепление климата, приводившее к повышению температуры поверхностного слоя вод, сформировавшихся в тропической зоне Индийского океана, а также увеличению объемов холодных вод, поступающих в поверхностный слой акватории Южной Атлантики, течения соответствующей северной периферии течения Западных ветров, в результате повышения интенсивности таяния антарктических айсбергов. При этом плотность первых снижалась, а вторых возрастала. В итоге, в десятилетия, начинавшиеся до 1976 года изменения аномалий поверхностных температур Южно-Пассатного течения от изменений этих характеристик рассматриваемых течений не зависела. В десятилетия, начинающиеся после 1977 года, изменения рассматриваемой характеристики Южно-Пассатного течения определяются в основном изменениями ее для течения мыса Игольного. Если до 1976 года при формировании Бенгельского течения воды северной периферии течения Западных ветров и течения мыса Игольного существенно перемешивались, то в результате потепления климата этого не происходит. Воды течения мыса Игольного поступают преимущественно в поверхностный слой Бенгельского течения, а воды северной периферии течения Западных ветров «подныривают» под них и на поверхности ощущаются все слабее.

На рис. 4 отображены зависимости усредненных аномалий среднегодовых температур поверхности акваторий западной части Индийского океана, а также Атлантики в зонах их Южно Пассатных течений, в период с 1948 года.

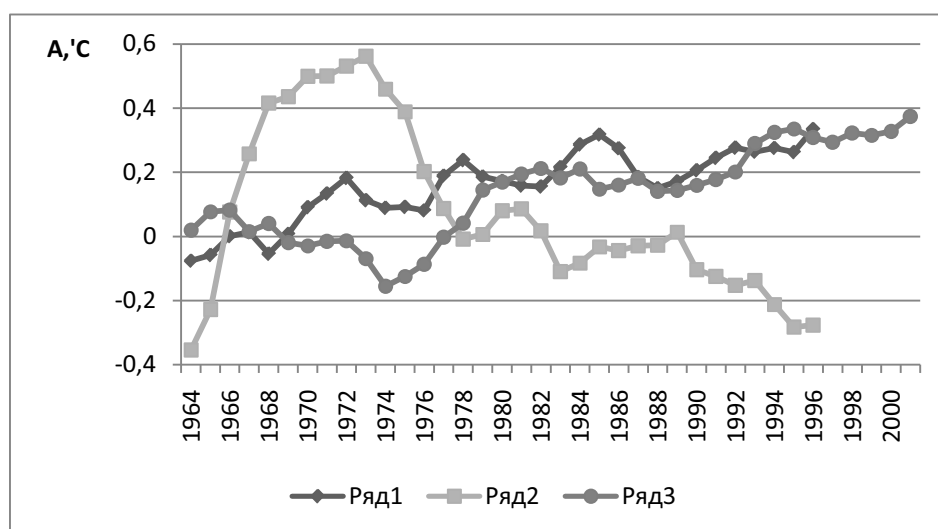


Рис. 3. Зависимости аномалий среднегодовых температур поверхности акваторий Атлантики, которые соответствуют течениям: ряд 1 - мыса Игольный; ряд 2 - северной периферии Западных ветров; ряд 3 - Южно-Пассатному.

Fig. 3. Dependences of anomalies of average annual temperatures of surface of aquatoriums Atlantiki which correspond flows: row 1 - cape Needle; row 2 - to north periphery of Westerlies; row 3 - to South Trade wind.

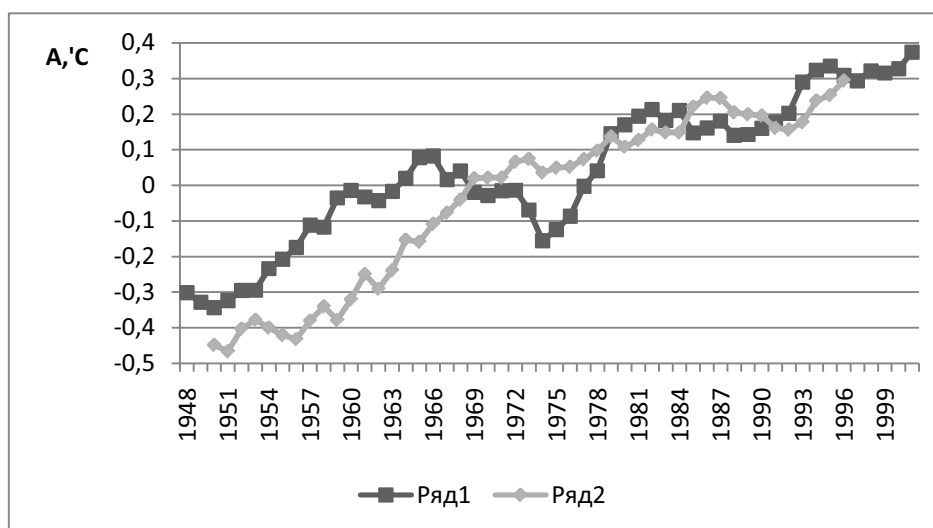


Рис. 4. Зависимости среднегодовых значений аномалий средних температур поверхности: ряд 1 - экватории Атлантики; ряд 2 - западной части Индийского океана, в зонах их Южно-Пассатных течений
 Fig. 4. Dependences of average annual values of anomalies of middle temperatures of surface: row 1 - equatoriums of Atlantik's; row 2 - to western part of the Indian ocean, in the areas of their South Trade wind flows.

Из рис. 4 следует, что в рассматриваемый период среднегодовые значения аномалий средних температур поверхности экватории западной части Индийского океана, расположенной на стрежне его Южно-Пассатного течения, практически монотонно увеличивались. При этом в десятилетия, начинавшиеся до 1978 года, существенной зависимости между изменениями температур Южно-Пассатных течений Атлантики и Индийского океана не наблюдалось. В десятилетия, начинающиеся после 1979 года, изменения рассматриваемой характеристики Южно-Пассатного течения Атлантики практически

следуют за ее изменениями для западной части Индийского океана. Выявленная закономерность имеет то же объяснение – потепление климата в Южном полушарии, вызвавшее изменения плотностей вод течения Западных ветров и течения мыса Игольного.

На рис. 5 представлены зависимости от года начала десятилетия усредненных за него среднегодовых значений аномалий средних температур поверхности экваторий Индийского океана, расположенных в его западной и восточной частях, на стрежне Южно-Пассатного течения.

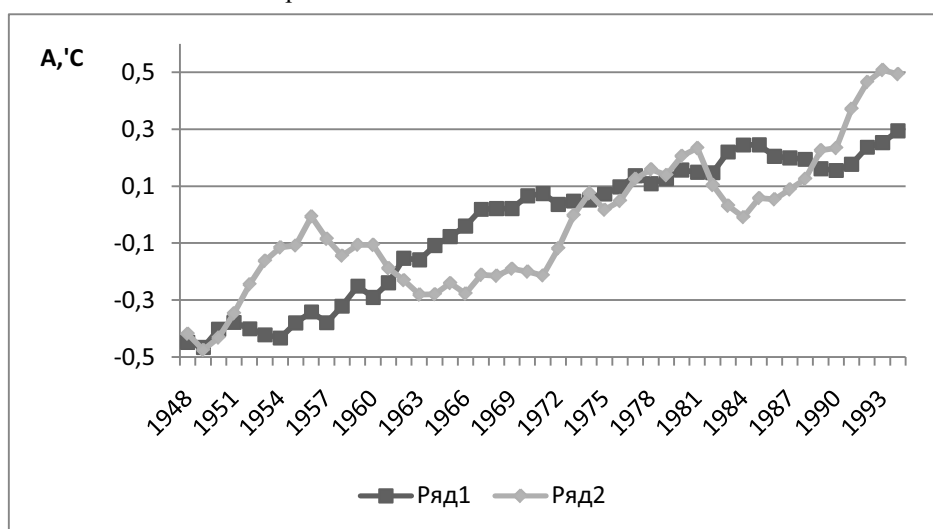


Рис. 5. Зависимости среднегодовых значений аномалий средних температур поверхности экваторий: ряд 1 – западной; ряд 2 восточной части Индийского океана.
 Fig. 5. Dependences of average annual values of anomalies of middle temperatures of surface of equatoriums: row 1 – western; a row is 2 east parts of the Indian ocean.

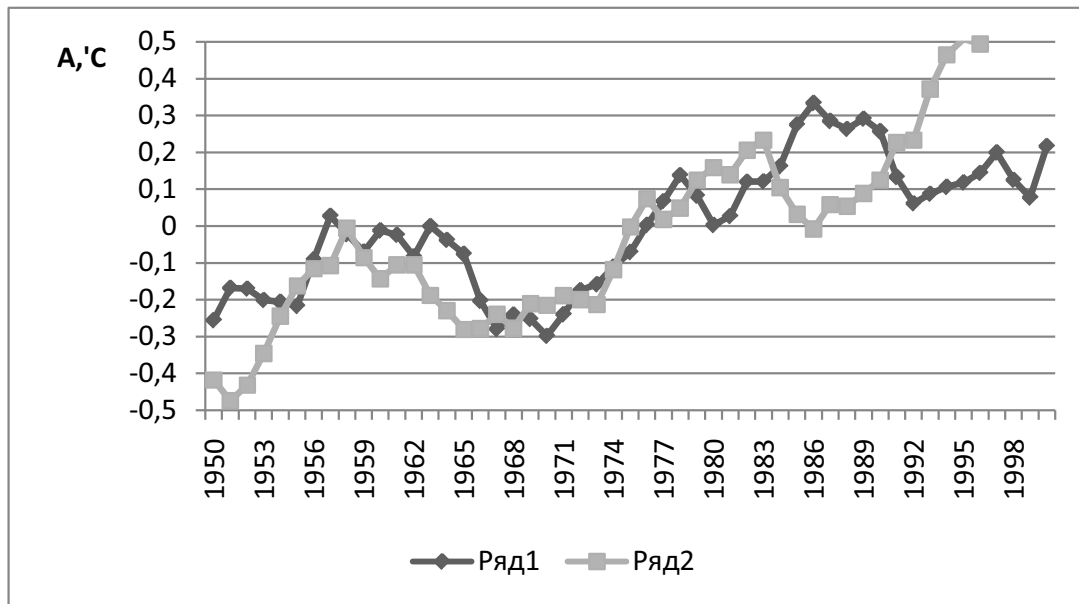


Рис. 6. Зависимости значений аномалий средних температур поверхности акваторий: ряд 1 - западной части Тихого океана; ряд 2 восточной части Индийского океана, расположенных в зонах их Южно-Пассатных течений.
 Fig. 6. Dependences of values of anomalies of middle temperatures of surface of aquatoriums: row 1 - to western part of the Pacific ocean; row 2 - east parts of the Indian ocean, located in the areas of their South Trade wind flows.

Из рис. 5 можно заключить, что в восточной части Индийского океана, как и в его западной части, температуры вод переносимых его Южно-Пассатным течением за период современного потепления климата возросли. При этом, в отличие от западной части океана, в его восточной части их изменения носили характер колебания с периодом, как и в тропической Атлантике, 1822 года. Поскольку воды Южно-Пассатного течения Индийского океана формируются со значительным участием вод Тихого океана, проникающих через Торресов пролив, сопоставим изменения их усредненных за десятилетие аномалий среднегодовых температур, представленные на рис. 6.

Из рис. 6 следует, что обе представленные на нем зависимости носят осциллирующий характер. При этом изменения среднегодовых значений аномалий средних температур поверхности акватории восточной части Индийского океана, расположенной на створе его Южно-Пассатного течения, запаздывают по отношению к изменениям аналогичных характеристик акватории западной части Тихого океана, расположенной на створе его Южно-Пассатного течения на 15-20 лет. Если в восточной части Индийского океана среднегодовые температуры вод его Южно-Пассатного течения

преимущественно возрастали на протяжении всего рассматриваемого периода, то в западной части Тихого океана в десятилетия, начинавшиеся после 1978 года их повышения не наблюдается. Ощутимые изменения усредненных за десятилетие температур воды, переносимой Южно-Пассатным течением в западной части Тихого океана не зафиксировано в десятилетия, начинавшиеся с 1950-1975 гг. На этом отрезке времени их значения были меньше, чем в последующий период в среднем на $0,293^{\circ}\text{C}$.

Из этого можно заключить, что в период современного потепления климата повышение среднегодовых температур Южно-Пассатного течения Атлантики от изменений рассматриваемой характеристики в западной части Тихого океана не зависело, полностью определяясь ее изменениями в Индийском океане.

На рис. 7 изображены зависимости от года начала десятилетия усредненных за него среднегодовых значений аномалий средних температур поверхностей акваторий, которые пересекают Южно-Пассатное течение Атлантики, западная часть Южно-Пассатного течения Индийского океана и акватории на юге его Бенгальского залива, где с ноября по апрель формируется Муссонное течение.

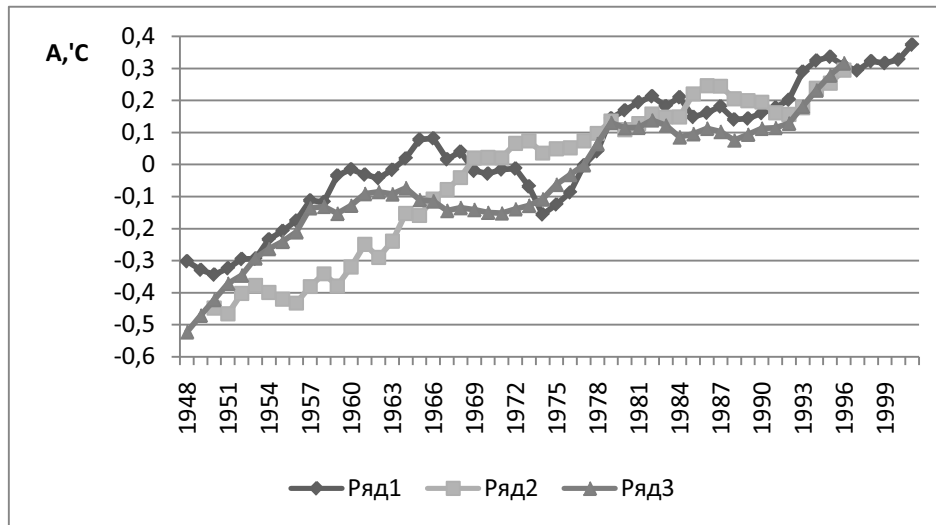


Рис. 7. Изменения среднегодовых значений аномалий средних температур поверхности акваторий, которые пересекают Южно-Пассатное течение: ряд 1 – Атлантики; ряд 2 - западная часть Южно-Пассатного течения Индийского океана; ряд 3 - акватории на юге его Бенгальского залива

Fig. 7. Changes of average annual values of anomalies of middle temperatures of surface of aquatoriums which cross the South Trade wind flows: row 1 - Atlantik's; row 2 - his western part in the Indian ocean; row 3 - aquatoriums on the south of his Bengali bay

Рис. 7 свидетельствует о том, что все процессы, представленные на нем, на протяжении периода современного потепления климата (после 1978 г.) изменяли свои состояния взаимосвязано. До начала этого периода различия между особенностями их изменений были более существенными.

На рисунке 8 показаны зависимости от года начала десятилетия усредненных за него среднегодовых значений аномалий средних температур поверхности акваторий Тихого океана, расположенных в его западной и восточной частях, на стрежне Южно-Пассатного течения.

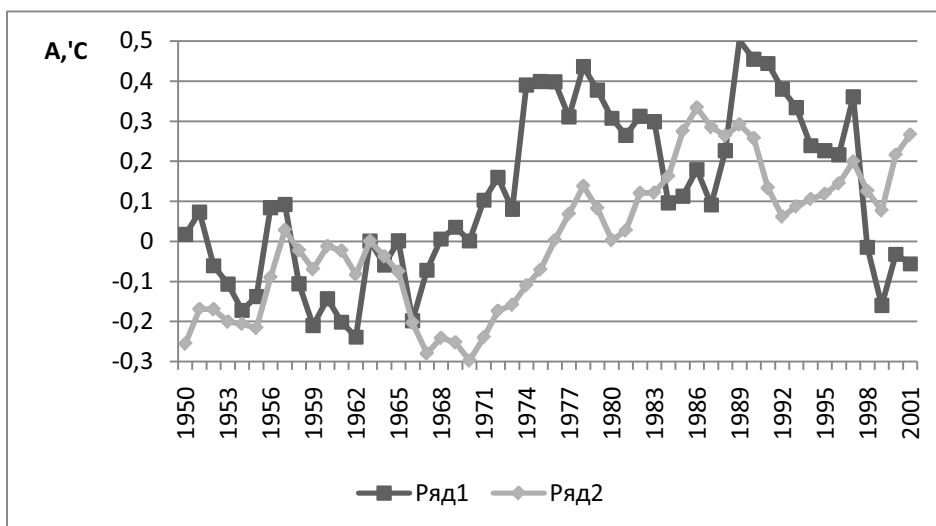


Рис. 8. Зависимости аномалий среднегодовых значений средних температур поверхности акваторий: ряд 1 - восточная, ряд 2 – западная части Тихого океана, расположенные в зоне его Южно-Пассатного течения.

Fig. 8. Dependences of anomalies of average annual values of middle temperatures of surface of aquatoriums: row 1 - east, row 2 – western parts of the Pacific ocean, located in the area of his South Trade wind flows

Из рис. 8 видно, что в восточной части тропической зоны Тихого океана, в десятилетия, начинавшиеся с 1974 по 1997 г. средние значения аномалий среднегодовых температур поверхности были приблизительно на 0.373°C выше, чем в предыдущие. Потепление началось в 1971 году. В десятилетия, начинающиеся с 1989 года и позже (включая 2010 г.), значения этих характеристик снизились на 0.557°C . Из данного рисунка следует также, что в западной части экваториальной зоны Тихого океана изменения значения аномалий среднегодовых температур поверхности происходили с запаздыванием, по отношению к аналогичному процессу в его восточной части, приблизительно на 8 лет. Поскольку в западную часть тропической зоны Тихого океана приходят воды из его восточной части, следует ожидать, что и в западной его части в ближайшие десятилетия начнется ощутимое похолодание.

Возможной причиной этого похолодания является глобальное потепление климата, которое вызывает снижение среднегодовых значений поверхностных температур экваторий в зоне северной периферии течения Западных ветров, обусловленное увеличением объемов талых вод, образующихся при таянии антарктических айсбергов. Именно северная струя этого течения на подходе к берегам Южной Америки отклоняется к северу, образуя Перуанские течения (прибрежное и морское), продолжением которых и является Южно-Пассатное течение Тихого океана.

Похолодание вод Южно – Пассатного течения, проникающих через Торресов пролив их Тихого океана в Индийский, вызовет, с запаздыванием на 15-20 лет аналогичное похолодание на поверхности восточной части зоны его Южно-Пассатного течения.

ВЫВОДЫ

1. На протяжении второй половины XX века поток тепла, приносимый в Северную Атлантику и Южную Атлантику течениями, существенно увеличился, что позволяет рассматривать водообмен между ними, как фактор современного потепления климата в Северном полушарии.

2. В период современного потепления климата наблюдается устойчивое снижение поверхностных температур вод экваторий Южного полушария, где располагается северная периферия течения Западных ветров. В этот же период влияние на изменения потоков тепла, приносимых в Северную Атлантику и Южную Атлантику течениями, входящими в состав Глобального теплового океанического конвейера, существенно усилилось.

3. Основным источником дополнительного тепла, приносимого из Южной Атлантики в Северную ее Южно-Пассатным течением, является

зона Южно-Пассатного течения Индийского океана, где оно образуется в результате усиления парникового эффекта.

4. В восточной части Тихого океана, в период после 1989 года происходит устойчивое снижение среднегодовых температур поверхности его акватории, расположенной в зоне Южно-Пассатного течения, что является следствием снижения температуры вод течения Западных ветров, дающего начало Перуанскому течению.

5. Вследствие опережения изменений поверхностных температур в зоне Южно – Пассатного течения в восточной части Тихого океана по отношению к его западной части на 8 лет и по отношению к восточной части Индийского океана еще на 15-20 лет, выявленное похолодание в восточной части тропической зоны Тихого океана позволяет прогнозировать в ближайшие годы ощутимое похолодание в его западной части, а затем, до 2030 года и в восточной части Индийского океана, которое, далее, может привести к заметному похолоданию в Северной Атлантике и всем Северном полушарии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gagosian R., 2012.: Резкие изменения климата. Должны ли мы беспокоиться: электронный ресурс/ режим доступа: //Woods Hole Oceanographic Institution //www.whoi.edu /institutes/occs/hottopics_climatechange.html.
2. Веклич М., 1987.: Проблемы палеоклиматологии. – К.:Наукова думка. – 190.
3. Будыко М., 1984.: Эволюция биосферы. – Л. : Гидрометеиздат. – 487.
4. Jones P., 1986.: Global temperature variations between 1861 and 1984// Nature. – Vol. 322, 430 – 434.
5. Climate Change 2007.: – Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to Assessment Report Four of the Int. Panes of Climate Change (IPCC). – Cambridge University Press.- Cambridge. UK. – 973.
6. Кондратьев К., 2002.: Глобальные изменения климата: факты, предположения и перспективы разработок// Известия РАН. Сер. ФАО. – т. 15, № 10, 1 – 6.
7. Атлантический океан, 1982.:/Серия География Мирового океана. – Л.: Наука.- 480.
8. Peterson R., Stramma L., 1991.: Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean// Prog. Oceanogr. – №26, 1 – 73.
9. Гусев А., 1983.: Основы океанологии. – М.: Изд-во МГУ. – 246.
10. Электронный ресурс: [режим доступа] //http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/climateindices/list
11. Электронный ресурс: [режим доступа] dss.ukar.edu

12. Бондаренко А., 2007.: Настоящее и будущее Гольфстрима.// Природа. – № 7, 29 – 37.

13. Сухой В., 1977.: Изменчивость гидрологических условий Атлантического океана. – Киев: Наукова думка. – 215.

14. Ветрова Н., 2012.: Экологический аудит и экологический мониторинг в управлении экологической безопасностью региона// MOTROL. - №14-1, 82 – 87.

CHANGES OF TEMPERATURES
SUPERFICIAL FLOWS OF SONTN
HEMISPHERE OF EARTH, ENTERING IN THE
COMPLEMENT OF GLOBAL THERMAL
OCEAN CONVEYER AT MODERN RISE IN
TEMPERATURE OF CLIMATE

Summary. It is set that exchange of water between North and South aquatoriums of Atlantic ocean perceptibly influences on a rise in temperature of climate in the Северо-атлантическом region, what be going on in a modern period. The meaningful factors of this process it is been also steady decline of superficial temperatures of the aquatoriums of the South hemisphere, located in the zone of north periphery of flow of westerliess, and also rise in temperature of waters of Bengalian flow, flows of Cape Needle (Агульяс), South Trade winds and Monsoon flows of the Indian ocean.

Key words: superficial ocean flows, anomaly of temperature, stream of heat, Atlantic ocean, Indian ocean, Pacific ocean, modern rise in temperature of climate.

ПРОБЛЕМЫ ДОБЫЧИ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ СО ДНА МИРОВОГО ОКЕАНА

Михаил Сукач

Киевский национальный университет строительства и архитектуры
Адреса: Україна, 03680, Київ-037, Повітрофлотський проспект, 31; e-mail: mks@mail.ru

Аннотация. Экономический и научный потенциал страны, опыт создания глубоководной техники свидетельствует о готовности Украины к вступлению в международную организацию "Интерокеанметалл" и участие в общем проекте по освоению морских месторождений минерального сырья.

Ключевые слова: твердые полезные ископаемые, мировой океан, железомарганцевые конкреции, морское право.

ВВЕДЕНИЕ

Предстоящее промышленное освоение глубоководных районов Мирового океана представляет весьма существенный практический интерес для экономик развитых стран. В первую очередь оно связано с разработкой и добычей таких стратегических металлов, как марганец, никель, кобальт, медь, молибден, а также многих других попутных компонент по золоту, серебру, платине, цинку. По некоторым из них (меди, никелю, кобальту, молибдену) океан в несколько раз превосходит ресурсы суши, а по марганцу и серебру сопоставим с наземными.

Ранее считалось, что до конца прошлого столетия человечество на половину исчерпает земные запасы свинца, олова, серебра, золота и на треть меди, никелю, цинку, а также в значительной степени марганца, хрома, молибдена и других металлов. Не ожидая начала сырьевого кризиса, полвека тому назад исследователи в поисках сырья направились на дно океана. В глубоководных месторождениях были выявлены большие запасы так называемых железомарганцевых конкреций (ЖМК), которые кроме железа и марганца вмещают медь, цинк, кобальт, никель и др. металлы. Причем содержание в конкрециях некоторых этих металлов в несколько раз превышает запасы, найденные на суше. Поэтому разведка и исследование глубоководных ископаемых, а также разработка и создание морских горнодобывающих комплексов является весьма актуальной проблемой, принимая во внимание непрерывный рост дефицита потребления металлов в мире.

Промышленная добыча руды на глубине 5...6 км, подъем ее на плавсредство и транспортирование на берег для металлургической переработки является достаточно сложным делом. Технически эта задача была практически разрешимой еще в середине 20-го столетия. Поэтому страны-заявители участков морского дна и международные консорциумы с помощью Международной организации по морскому праву со штаб-квартирой в Ямайке (Джорджтаун) распределили участки в наиболее разведанной зоне между Гавайскими островами и Североамериканским континентом в зоне Клариион-Клиппертон площадью 2,5 млн. км² [1].

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Принимая во внимание проведенные исследования, ведущие страны мира и негосударственные консорциумы разделили между собой наиболее привлекательные участки в Тихом и Индийском океанах, предусматривая в будущем наладить их разработку (рис. 1, 2). Согласно принятой в 1982 году международной Конвенцией ООН по морскому праву, первыми зарегистрированными вкладчиками были: Индия (получила участок в Индийском океане в 1983 г.), СССР (в 1983 г.), Франция (в 1984 г.), Япония (в 1984 г.) и четыре международных консорциума (Коннекот, ОМА, ОМИ, ОМКО, которые подали заявки в 1986 г.). Согласно договоренности статус контрактора первичным вкладчикам предоставлялся не ранее за 5 лет до запланированного начала промышленного производства [2].

К настоящему времени контракты с Международным органом по морскому дну в рамках Конвенции ООН по морскому праву на разведку железомарганцевых конкреций заключили ГНЦ «Южморгеология» (Россия), организации Китая, Индии, Японии, Южной Кореи, Германии, Франции. Страны Восточной Европы создали совместную организацию "Интерокеанметалл", которая также получила в концессию участок Тихого океана. Зарубежные организации осуществляют интенсивные геологические исследования своих участков, а также научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию технологического оборудования для их освоения. В 2008 году в Орган также поступили еще две заявки на утверждение планов работ по разведке в зарезервированных участках NORI (поручившееся государство Науру) и ТОМ (поручившееся государство – Тонга). В настоящее время Органом разрабатываются правила поиска и разведки глубоководных полиметаллических сульфидов и кобальтомарганцевых корок, после чего заявочная компания будет объявлена и на эти виды минеральных ресурсов морского дна.

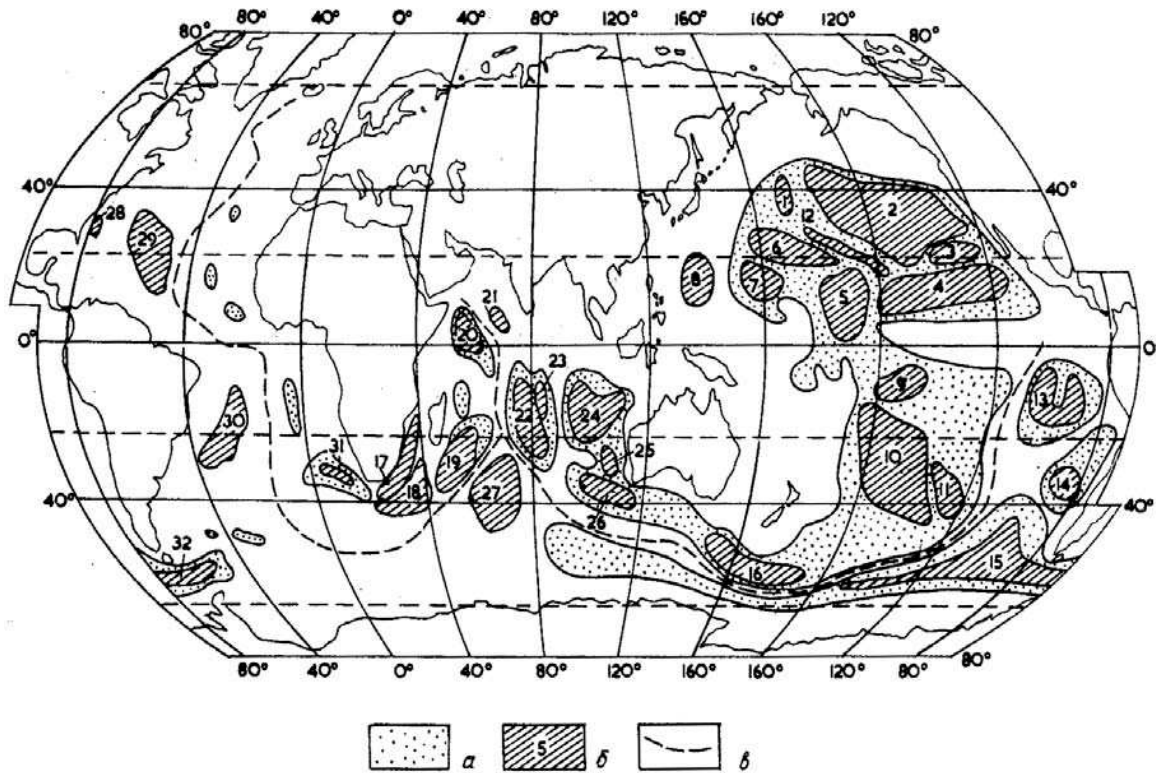


Рис. 1. Схема расположения рудных областей конкреций полиметаллов в Мировом океане: *a* – площадь распространения конкреций; *б* – рудные поля конкреций: Тихого океана (1 – Юго-западное; 2 – Юго-восточное; 3 – Калифорнийское; 4 – Клариион-Клиппертон; 5 – Центрально-тихоокеанское; 6 – Маркус-Неккер; 7 – Восточно-Марианское и Маршалловых островов; 8 – Филиппинское; 9 – Туамоту-общества; 10 – Южно-тихоокеанское; 11 – юго-восточной части Южной котловины; 12 – Гавайское; 13 – Перуанское; 14 – Чилийское; 15 – Беллинсгаузена; 16 – Южно-тихоокеанского поднятия); Индийского океана: (17 – Агульяс; 18 – Мозамбикское; 19 – Мадагаскарское; 20 – Сомалийское; 21 – Аравийское; 22 – Центрально-индийское; 23 – Осборн; 24 – Западно-австралийское; 25 – Натуралиста; 26 – Амстердамское; 27 – Кроза); Атлантического океана (28 – Плато Блейк; 29 – Южно-американской котловины; 30 – Капской котловины; 31 – Бразильской котловины; 32 – Море Скотия); *в* – оси среднеокеанических хребтов

Fig. 1. Layout of ore areas of concretions chart of poly metals in the World ocean: *a* – area of distribution concretions; *б* – are the ore fields of concretions: the Pacific ocean; Indian ocean; Atlantic ocean; *в* – axes of middle ocean backbones

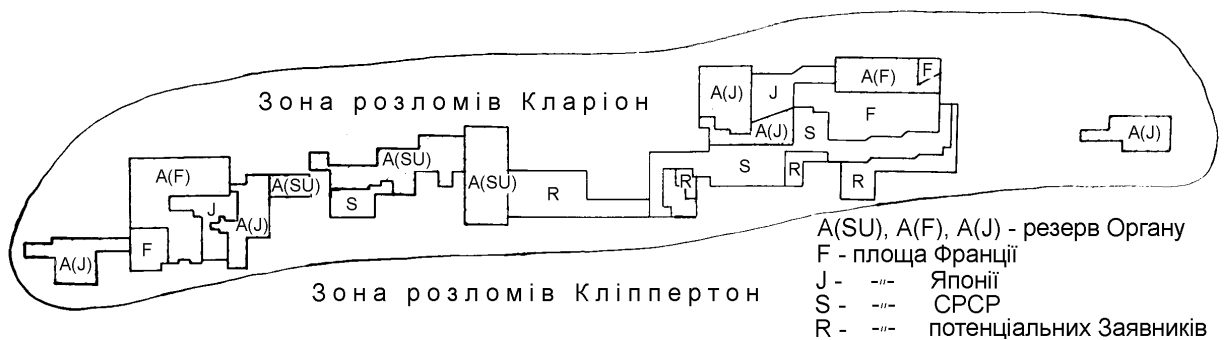


Рис. 2. Площади первичных вкладчиков
Fig. 2. Areas of primary depositors

До 1991 г. украинские предприятия и организации активно принимали участие в общесоюзном проекте разведки подводных залежей металлоносных руд и готовились к их добыче. В исследованиях были задействованные ученые и специалисты НАН Украины, отраслевых институтов и вузов, профильных предприятий. Но после распада СССР правопреемником всех международных соглашений в этой отрасли стала Россия. В последнее время наши министерства и ведомства активизировали консультации относительно присоединения Украины к СО "Интерокеанметалл".

В 80...90-х годах разведка и оценка запасов ископаемых в Тихом и Индийском океанах были практически завершены, причем в большинстве случаев при участии украинских морских геологов и других специалистов. Конкреции изучали экспедиции научно-исследовательских судов "Академик Вернадский", "Профессор Водяницкий", "17-й съезд профсоюзов", "Антарес", "Михаил Ломоносов", "Академик Владимирский", "Южморгеология", "Геленджик". На разных участках дна океана количество и состав железомарганцевых конкреций отличался, но в целом возможность рентабельной добычи и извлечения из руды свыше трех десятков дефицитных металлов не вызывает сомнения.

Валовая стоимость прогнозных ресурсов полиметаллических руд, уже разделенных основными государствами, составляет: США \$578, 2 млрд., Франции \$ 162, 7 млрд., России \$ 191, 4 млрд., Японии \$ 280, 8 млрд., Китая \$ 184, 3 млрд., Индии \$ 151, 5 млрд. В зоне особых интересов бывшего СССР (75 тыс. км²) запасы руд 32 металлов оцениваются в 707 млн. т (в т.ч. никеля 6,68 млн. т, кобальта 1,1 млн. т, марганца 142 млн. т) [3]. Консорциум "Интерокеанметалл", куда входят Россия,

Польша, Болгария, Чехия, Словакия и Куба (с правами наблюдателя), получил в концессию участок с прогнозным содержанием 1 млрд. т руды.

О целесообразности вступления Украины в эту организацию переговоры ведутся уже более 15 лет на уровне профильных министерств и ведомств. Процесс активизировался после соответствующего решения РНБО Украины и проведения в 2008 г. ряда встреч генерального директора «Интерокеанметалла» Р. Котлиньски со специалистами НАН Украины, Минпромполитики, представителями ведущих НИИ и КБ Украины. Было отмечено, что Украина может и должна внести весомый вклад в решение проблемы освоения морских месторождений, используя свой научно-технический и промышленный потенциал, а также подтвержден взаимный интерес к сотрудничеству в морском горнометаллургическом производстве [4].

Глубоководная добыча ископаемых предусматривает создание морского горнометаллургического комплекса. Такие работы начаты в бывшем СССР еще в 1983 г. Главной организацией проекта стал специально созданный для этого днепропетровский институт ВНИПИОкеанмаш, который был частью концерна "Ждановтяжмаш" (теперь это ОАО "Азовмаш"). Основными разработчиками роботизированных систем управления подводными горнодобывающими комплексами были ГКБ "Южное" и ПО "Южмаш" (Днепропетровск). Производителями плавсредств (по проекту ленинградского ЦКБ "Восток") стали Черноморский и Херсонский судостроительные заводы. Первый полиметаллический сплав из руды со дна Тихого океана получен в середине 80-х гг. на Никопольском заводе ферросплавов.

Таблица 1. Характеристика месторождения ЖМК в регионе Клариион-Клиппертон
Table 1. Description of deposit of FeMnK is in the region of Klarion-Klipperton

Размер рудной области, тис. км ²	2500	Состав основных элементов, %	
Средняя плотность поля, кг/м ²	6,0	Fe	7,3
Запасы руды, млрд. т	5...12	Mn	27,0
Глубина океана, км	4,5...5,2	Ni	1,3
Мощность осадочного чехла, м	100...300	Cu	1,1
Грунт	Радиоляриевые илы	Co	0,25



Рис. 3. Схема выполнения обязанностей первичного вкладчика и контрактора
 Fig. 3. Chart of implementation of duties of primary depositor and contractor

В целом в Украине располагалось свыше половины предприятий, привлеченных к освоению подводных ископаемых. Предусматривалось, что для создания промышленного морского комплекса необходимы 3,2 млрд. руб. капиталовложений (в ценах в 1982 г.), что приблизительно сравнимо с расходами на освоение крупных месторождений цветных металлов на суше Талнахского (2,7 млрд. руб.) и Удоканского (4,5 млрд. руб.) месторождений. Морские горнометаллургические комплексы могут быть рентабельными при годовом объеме добычи около 3...4 млн. т. По оптимистическому сценарию 80-х, начать промышленную добычу собирались уже в начале XXI века (рис. 3), однако, пока этого не произошло.

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

С распадом СССР острота дефицита на большинство редких металлов уменьшилась, поскольку из рынка ушел очень крупный потребитель – советский военно-промышленный комплекс. Но даже с учетом падения мировых цен на такие остродефицитные металлы, как медь, кобальт, никель и др., разработки в отрасли глубоководной добычи ископаемых не остановились. Напротив, в последнее время Япония, Китай, Южная Корея, Индия активизировали свои усилия по созданию морских комплексов, способных выполнять промышленную добычу руды на морском шельфе и на дне океана.

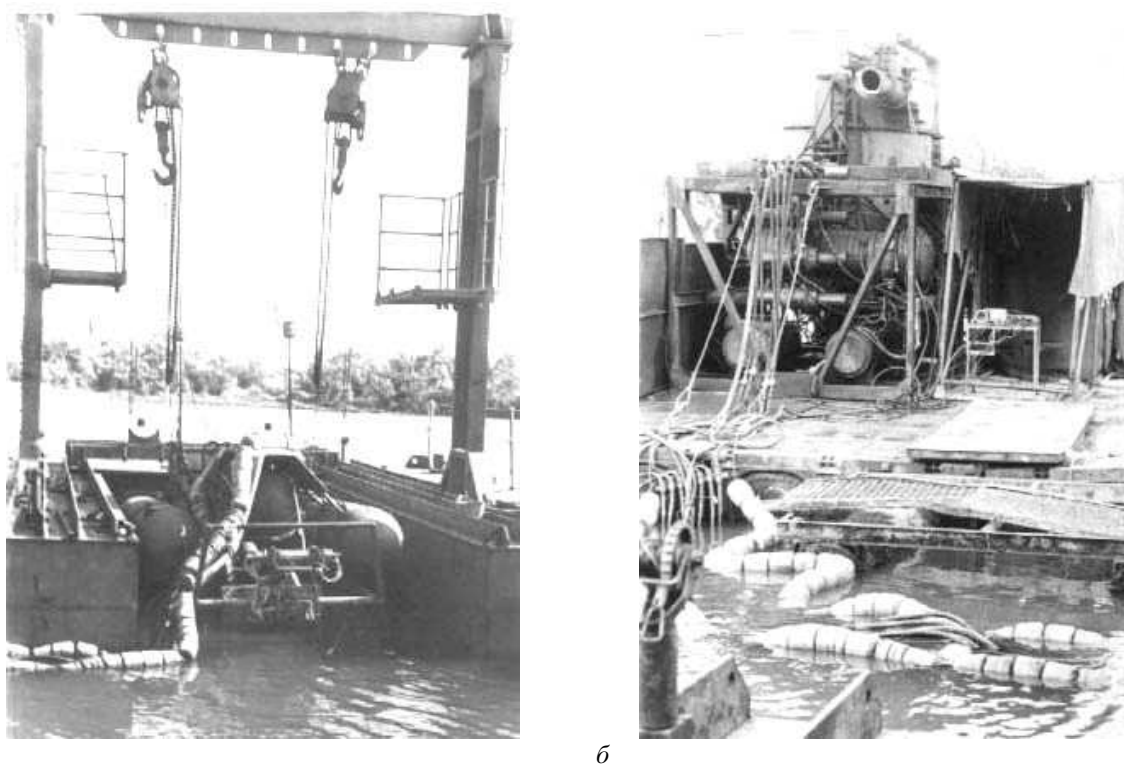


Рис. 4. Испытания самоходного агрегата сбора ЖМК: *а* – сборщик конкреций; *б* – блок промежуточный
 Fig. 4. Tests of self-propelled aggregate of collection of FeMnK: *a* - fitter of concretions; *b* - a block intermediate

Китай, совместно с Россией и "Интерокеан-металлом" провел комплекс глубоководных исследований на базе Тяньшаньского института добычи и металлургии. Соединенные Штаты Америки полностью прекратили публиковать результаты исследований по глубоководной добыче в регионе Кларин-Клиппертон. Это вовсе не свидетельствует о потере к ним интереса, а, скорее, наоборот, – о дальнейшем обострении конкуренции.

Мировое сообщество пытается ускорить исследования и перевести их в практическое русло. Например, "Интерокеанметалл" и Международная организация по морскому праву подписали в 2001 г. контракт, согласно которому уже в 2015 г. должен быть представлен пилотный проект добычного комплекса на выделенном участке. Принимая во внимание богатый опыт украинских машиностроительных организаций, в "Интерокеанметалле" в последнее время заговорили о привлечении в свои ряды специалистов Украины.

Раньше, импортируя медь, ванадий, молибден, вольфрам и другие редкие металлы, наша стра-

на декларировала на государственном уровне свою заинтересованность в освоении подводных месторождений ЖМК. О намерениях Украины вступить в вышеупомянутый консорциум говорилось еще в "Концепции наращивания минерально-сырьевой базы, как основы стабилизации экономики Украины на период до 2010 р.", которая была принята в 1999 г. Постановлением КМ Украины № 338. Следовательно, стороны уже давно зондировали почву для решения этого вопроса.

Так, на протяжении двух десятков лет специалистами Киевского национального университета строительства и архитектуры, НИИ строительной и инженерной техники совместно с ВНИПИОкеанмашем и другими заинтересованными научными и производственными организациями разработаны два варианта глубоководного добычного комплекса для добычи железомарганцевых конкреций с глубины океана порядка 6000 м [5]. Комплекс имеет буксируемый агрегат сбора со спаренным роторно-ковшовым рабочим органом и самоходный агрегат на шнековом ходу с вибрацион-

ным лотковым сборщиком (рис. 4). Машины испытаны совместно с СКБ техники морских геологоразведочных работ (Мурманск) на черноморском полигоне в районе г. Керчь. Для определения эксплуатационного донного фона и картирования месторождений разработаны серия устройств, оборудования и аппаратуры, которые применялись на судах ГНЦ "Южморгеология" во время опытно-производственных рейсов в районы будущей добычи ЖМК [6].

ВЫВОДЫ

1. Украина готова вести собственные исследования по глубоководной разработке месторождений твердых полезных ископаемых, добываясь выделения зоны экономических интересов в Тихом и Индийском океанах, или требовать у России свою часть союзного наследства. Однако из-за финансовых разногласий, участие в международном консорциуме является более предпочтительным.

2. Приняв решение о вступлении в международный консорциум "Интерокеанметалл", уже в ближайшее время могут быть задействованы интеллектуальный и промышленный потенциал украинских предприятий и организаций, когда начнутся работы по проектированию морского комплекса, общего для стран-участниц.

3. Современное состояние изученности минеральных ресурсов Мирового океана и уровень достигнутых результатов неуклонно приближает время принятия ответственных решений, связанных с их освоением. А участие в разработке полезных ископаемых Мирового океана может принести стране вполне ощутимые дивиденды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила регистрации первоначальных вкладчиков и положение о конфиденциальности данных и информации, 1986.: / Подготовительная комиссия для Международного органа по морскому дну и Международного трибунала по морскому праву.– Кингстон, Ямайка. – 42.

2. Морское право, 1984.: Официальный текст Конвенции ООН по морскому праву с приложениями и предметным указателем / Заключительный акт 3-й конф. ООН по морскому праву.– Нью-Йорк: ООН. – 316.

3. Казмин Ю., Волков А., Глумов И. и др., 1989.: Международно-правовые и экономические проблемы поиска, разведки и освоения минеральных ресурсов глубоководных районов Мирового океана.– Геленджик: ПО «Южморгеология». – 143.

4. Зиборов А., 2008.: Перспективы и задачи освоения морских месторождений минерального

сырья// Геология и полезные ископаемые Мирового океана.– Вып. 3, 5 –18.

5. Сукач М., 1998.: Самоходная установка для сбора железомарганцевых конкреций/ Известия вузов. Строительство.– № 9, 99 – 103.

6. Сукач М., 2004.: Рабочие процессы глубоководных машин.– К.: Наук. думка.– 364.

7. Ветрова Н., 2010.: Устойчивость окружающей природной среды и оценка уровня экологической безопасности региона// MOTROL. – №12D, 179– 188.

PROBLEMS OF HARD MINERALS BOOTY FROM BOTTOM OF WORLD OCEAN

Summary. Economic and scientific potential of country, experience of creation deep-water technique testifies to readiness of Ukraine to entering into international organization of "Interoceanmetal" and participating in a general project on mastering of marine deposits of mineral raw material.

Keywords: hard minerals, world ocean, ferrous manganese concretions, naval law.

СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЩЕЛЕВОГО РЕЗАНИЯ ГРУНТА ПОД ГЕОСТАТИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Михаил Сукач, Юрий Филонов

Киевский национальный университет строительства и архитектуры
Адреса: Україна, 03680, Київ-037, Повітрофлотський проспект, 31; e-mail: mks@mail.ru

Аннотация. Разработан стенд для исследования процесса вырезания щели в массиве грунта, находящегося под действием геостатического давления. Датчики и измерительная аппаратура позволяют определять сопротивление резанию грунта в зависимости от его физико-механических свойств, геометрических и кинематических параметров рабочего процесса. Автономная система регистрации обеспечивает обработку данных в реальном режиме времени.

Ключевые слова: Стенд, грунт, сопротивление резанию, щель, рабочий процесс, система регистрации данных.

ВВЕДЕНИЕ

Создание противofильтрационного горизонтального экрана под действующими сооружениями предусматривает образование в грунте полости, в которую подается противofильтрационный материал. Выполненные ранее исследования [1-4] показали, что при помощи пассивных рабочих органов можно создать полость в песчаном грунте, которая имеет прямоугольное поперечное сечение с соотношением сторон 1:6. Для удержания сводов полости используется глинистый раствор из бентонитовых глин [5-7]. Определен состав цементно-песчаных противofильтрационных растворов и проведены технологические исследования этих материалов по одностадийной технологии в горизонтальную полость под давлением прослоя песка, который был размещен в приставке к сдвиговому прибору ПГС-2М [8, 9]. Установлена технологическая возможность использования полиэтиленовой пленки толщиной 0,2 мм в качестве противofильтрационного заполнителя полости, при ее укладке в горизонтальную полость под действием вертикальной нагрузки на своды полости до 0,2 МПа [10].

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Целью статьи является разработка стенда для исследования процесса щелевого резания грунта широким плоским ножом при создании горизонтальных экранов с моделированием реальных условий строительства.

Стенд для моделирования технологии горизонтального противofильтрационного экрана предназначен для исследования процессов разработки отдельных горизонтальных полостей, их заполнения противofильтрационным материалом, а также стыковки отдельных смежных фрагментов в сплошной противofильтрационный экран в песчано-глинистых грунтах с внешним давлением до 0, 17 МПа [11, 12].

Установка позволяет моделировать и исследовать процессы разработки горизонтальных полостей в грунте статическим рабочим органом в виде плоского ножа, заполнения полостей глино-песчано-цементными материалами, подающимися в полость под давлением до 0,1 МПа, укладывания в полость полимерных пленок [13, 14].

Контрольно-измерительная аппаратура стенда предназначена для измерения усилий, необходимых для создания полости, фиксации положения режущих ножей в процессе создания полости, измерения и контроля внешнего давления на грунт и давления подачи глино-песчано-цементного материала в полость [15, 16].

Общий вид и основные узлы стенда показаны на рис. 1, 2. Станина стенда включает стол 1 с опорой и опоры привода 2, соединенные при помощи фланцев и болтов между собой. Грузовой отсек стенда состоит из четырех бортов: торцевых несъемных (переднего 3 и заднего 4) и двух продольных съемных 5. Днищем грузового отсека служит плита стенда.

В верхней части грузового отсека размещены подвижная прижимная крышка 6 и пневмопригрузатель 7, предназначенный для создания необходимого вертикального давления на грунт. Пневмопригрузатель выполнен в виде резиноканавной надувной подушки с ниппелем для подачи сжатого воздуха,

которая укладывается под прижимную крышку грузового отсека. Крышка грузового отсека прижимается четырьмя откидными тягами 21, шарнирно закрепленными к плите стола.

В состав грузового отсека входят четыре распределяющих элемента, предназначенных для

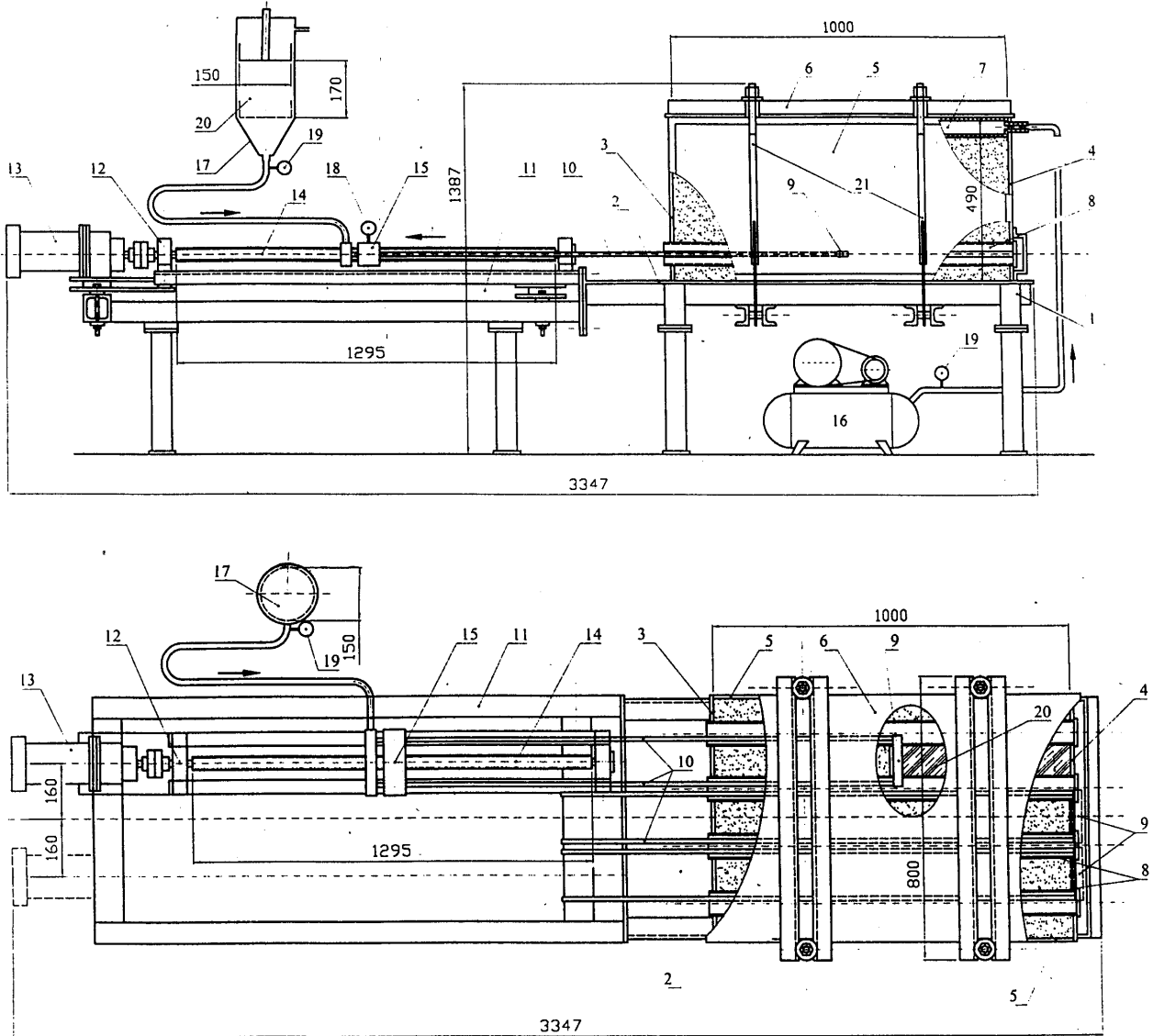


Рис. 1. Стенд для исследования щелевого резания грунта под геостатическим давлением:

a – вид сбоку; *б* – вид сверху

Fig. 1. Stand for research of the crack cutting of soil under geostatic pressure:

a – is an end-view; *б* – is a kind from above

Распределительный элемент 6 выполнен с двумя продольными направляющими прорезями, ограничивающими вертикальные перемещения при разработке грунта в полости и центральной

Плоский нож 9 выполнен с продольными и по-

для подачи противofильтрационного материала или глинистого раствора в горизонтальную полость, создаваемую ножом. Противofильтрационный материал 20 может подаваться в полость по тяговым трубкам, как со стороны ножа, так и со стороны

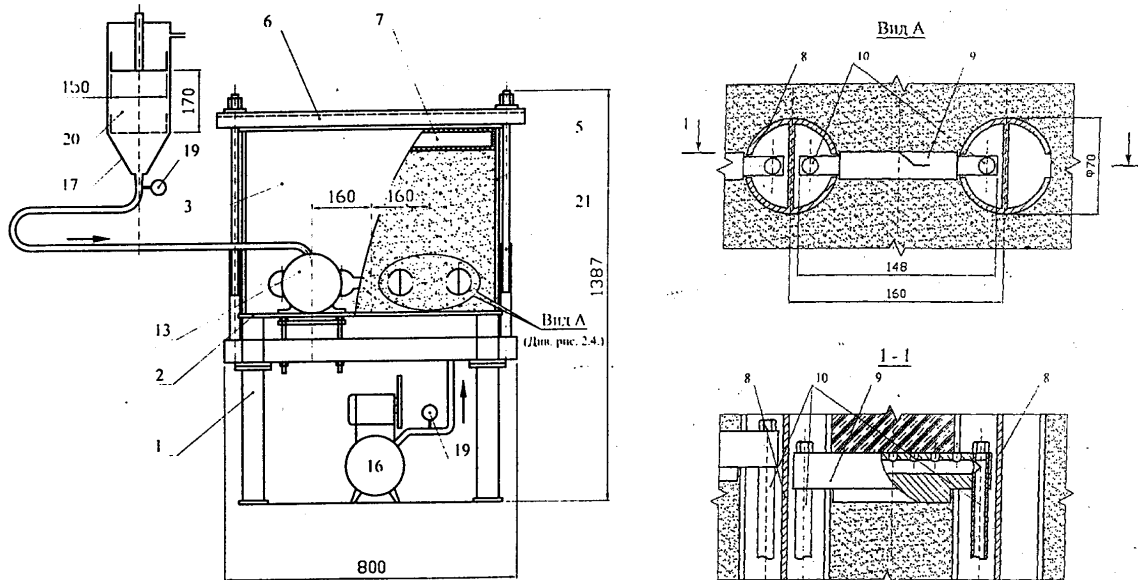


Рис. 2. Стенд для исследования щелевого резания грунта под геостатическим давлением:

a – вид спереди; *b* – разрез

Fig. 2. Stand for research of the crack cutting of soil under geostatic pressure:

a – front view; *b* – is a cut

перечными отверстиями для подачи через него раствора противofильтрационного материала в полость, которая образуется за ним в процесс се разработки грунта. К плоскому ножу прикреплены тяговые трубки 10, к которым одновременно с разработкой полости может подаваться раствор противofильтрационного материала.

На тяговых трубках установлены пыжи, имеющие форму внутренней поверхности распределительного элемента, предназначенного для попадания разработанного грунта и раствора противofильтрационного материала в полость распределительных элементов перед движущимся ножом.

Рама 11 с приводом 12 продольного перемещения ножа прикреплена к столу привода. Привод продольного перемещения ножа выполнен в виде мотор-редуктора 13, к валу отбора мощности которого при помощи фланцевого соединения прикреплен винт 14 с гайкой (кареткой) 15, к которой, в свою очередь, прикреплены тяговые трубки ножа.

Компрессор 16 с ресивером предназначен для подачи сжатого воздуха в пневмопригрузатель для создания необходимого вертикального давления на грунт. Гидравлическая система 17 предназначена

задней крышки грузового отсека непосредственно в полость.

В состав контрольно-измерительной аппаратуры стенда входит гидравлический датчик 18 измерения усилия, возникающего в тяговой трубке, установленный в силовую цепь между тяговой трубкой и гайкой (кареткой) или тензометрический датчик, наклеенный на поверхность тяговой трубки и соединенный с тензостанцией [17, 18].

При использовании гидравлического датчика, усилия перемещения ножа определяются пересчетом показаний давления на манометре 19, установленном на корпусе датчика.

Обработку и анализ результатов измерения параметров резания грунта выполняют методами [19, 20]. Технические характеристики стенда и контрольно-измерительной аппаратуры приведены в табл. 1 и 2.

Мотор-редуктор с винтов через опоры прикреплен к ползьям, которые позволяют приводу перемещаться по раме в поперечном направлении. На раме установлены упоры для фиксации привода в зоне разрабатываемой полости.

Таблица 1. Техническая характеристика стенда
Table 1. Technical description of stand

Наименование	Количество	Величина
Исследовательский стенд габариты (длина×ширина×высота), м масса, кг	1	3,35×0,8×1,39 550,0
Рабочий стол габариты (длина×ширина×высота), м масса, кг	1	1,49×0,7×0,78 181,0
Грузовой отсек габариты (длина×ширина×высота), м масса крышки отсека, кг	1	1,0×0,64×0,49 41,0
Пневмопригруз Расчетное давление, МПа емкость (начальная), м ³	1	0,1 0,04
Распределительный элемент длина, м внешний диаметр, м ширина прорези, м	4	1,03 0,076 0,017
Режущий нож габариты (длина×ширина×высота), м	3	0,154×0,035×0,02
Тяговые трубки длина, м внешний диаметр, м внутренний диаметр, м усилие на разрыв, кН	6	1,06 0,012 0,006 20,3
Привод перемещения ножа, масса, кг	1	66,0
Мотор-редуктор, тип мощность, кВт напряжение питания, В скорость вращения вала отбора мощности, мин ⁻¹ масса, кг	1	4МП-25-28,5 0,18 380 28,0 19,4
Тяговый винт длина, м диаметр, м масса, кг скорость перемещения каретки (гайки), м/мин	1	1,3 0,04 10,1 0,2
Гидросистема для подачи противофильтрацион- ного материала емкость рабочего цилиндра, л расчетное давление, МПа	1	5,0 0,3
Компрессор, тип производительность, м ³ /мин. рабочее давление, МПа емкость ресивера, л напряжение питания, В масса, кг	1	СО-2А 0,5 0,4 1,0 220/380 140

Таблица 2. Характеристика контрольно-измерительной аппаратуры
Table 2. Description of control and measuring apparatus

№ п/п	Наименование	Количество	Величина
1	Динамометр растяжения, тип диапазон измерительных усилий, кН	2	ДОРМ-3-0,5 0...5,0
2	Гидравлический датчик диапазон измеряемых усилий, кН	2	0...10,0
3	Манометр, диапазоны измеряемого давления, МПа	4	0...0,25 0...0,5
4	Индикатор часового типа, тип Диапазон измеряемого перемещения, мм	6	ИЧ-10 0...10
5	Тензометрическая станция измерения, тип	1	СИИТ-3

ВЫВОДЫ

Разработанный стенд позволяет моделировать процесс вырезания щели в массиве грунта, находящегося под действием геостатического давления, и при помощи датчиков и измерительной аппаратуры определять сопротивление резанию грунта в зависимости от его физико-механических свойств, геометрических и кинематических параметров рабочего процесса. Система регистрации и сохранения данных обеспечивает их обработку в реальном режиме времени. Стенд оснащен тензостанцией и позволяет проводить эксперименты в широком диапазоне параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баладинский В., Ливинский А., Хмара Л. и др., 2001.: Строительная техника: учеб. пособ.– К.: Лыбедь.– 368.
2. Кравец С., 1999.: Грунтозащитные и энергосберегающие машины для прокладки подземных коммуникаций (Основы теории, проектирования и создания): учеб. пособ.– Ровно: Изд-во РДТУ.– 277.
3. Хмара Л., Кравец С., Ничке В. и др., 2010.: Машины для земляных работ: учеб. пособ.– Ровно-Днепропетровск-Харьков: НУВГП-ПДАБА-ХНАДУ.– 557.
4. Мусийко В., 2008.: Экскаваторы продольного копания: навч. посіб.– К.: НТУ, «ВАТ» Випол.– 240.
5. Кюн Г., Шойбле Л., Шлик Х., 1993.: Застытая прокладка непроходимых трубопроводов.– М.: Стройиздат. – 168.
6. Сукач М., Филонов Ю., Литвиненко И., 2005.: Модель давления грунта на нож при щелевом резании// Горн., стр., дор. и мелиорат. машины.– Вып. 65, 17 – 20.
7. Сукач М., Филонов Ю., Литвиненко И., 2005.: Модель перемещения грунта по ножу при

вырезании щели в глубине массива// Горн., стр., дор. и мелиорат. машины.– Вып. 66, 17 – 21.

8. Сукач М., 1994.: Автоматизированный стенд для исследования рабочих процессов землеройных и транспортных машин// Известия вузов. Строительство. – № 4, 75 – 76.

9. Пат. Украины № 30123, 2000.: Стенд для исследования рабочих процессов строительно-дорожных машин/ С. Сукач, М. Сукач, О. Сукач.– Бюл. № 6-П.– 6.

10. Чернухин А., Галинский А., 2001.: Новая технология устройства тонкого противодиффузионного экрана под картой полигона токсичных отходов с поврежденной гидроизоляцией// Новые технологии в строительстве.– Вып. № 1, 51 – 53.

11. Сукач М., Дворниченко А., Кривоблоцкая Л., Джирма С., 2007.: Особенности проходки скважин большого диаметра в прочных грунтах// Конструирование, производство и эксплуатация сельскохозяйственных машин.– Кировоград: КНТУ.– Вып. 37, 311 – 314.

12. Сукач М., Пузаков Д., 2008.: Устройство скважин для противодиффузионных экранов// Галицкая академия. Научные вести.– Ив.-Франк. – Вып. 2 (14), 58 – 61.

13. Моисеенко В., 1987.: Прогнозирование рабочих нагрузок землеройных машин в особых условиях.– К.: Вища шк.– 199.

14. Сукач М., Пузаков Д., 2007.: Создание горизонтальной полости в массиве грунта// Вестник ХНАДУ.– Харьков.– Вып. 38, 22 – 24.

15. Сукач М., Диктерук М., 1998.: Система автоматизированной обработки исследований рабочих процессов машин// Строительные и дорожные машины. – № 11-12, 36 – 37.

16. Сукач М., Диктерук М., 2006.: Устройство ввода и обработки параметров рабочего процесса машин// Вісник КДПУ.– Кременчук. – Вип. 3, 32 - 39.

17. Сукач М., Литвиненко И., Бондарь Д., 2009.: Система автоматизированного управления и

измерения параметров технологических процессов // MOTROL.– №11В, 186 – 195.

18. Сукач М., Литвиненко І., Пузаков Д., 2007.: Комплекс для тензометрических измерений и управления экспериментом// Новые технологии в строительстве.– № 2 (14), 28 – 32.

19. Сукач М., 2007.: Метод обработки результатов измерений сопротивления грунта землеройной машине// Сб. науч. тр. ЛНАУ. Серия: Технические науки.– Луганск.– № 40 (52), 421 – 430.

20. Сукач М., Новиков Р., 2011.: Сопротивление песчаного грунта при щелевом резании широким ножом// MOTROL.– №13С, 183 – 189.

21. Бабицкий Л., Кувшинов А., 2010.: Исследование деформационных показателей почвы в процессе ее механической обработки// MOTROL.– №12D, 238 – 242.

STAND FOR RESEARCH OF CRACK CUTTING OF SOIL UNDER GEOSTATIC PRESSURE

Summary. A stand is worked out for research of process of undercut of crack in the array of soil which is under the action of hydrostatical pressure. Sensors and measuring apparatus allow to determine resistance to cutting of soil depending on his physical and mechanical properties geometrical and kinematics parameters of working process. The off-line system of registration provides processing of data in the real mode of time.

Key words: Stand, soil, resistance to cutting, crack, working process, system of data logging.

РЕГИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В АР КРЫМ

Марина Абрамова*, Юрий Штонда**

*Университет экономики и управления, г. Симферополь

**Водный проект КРЫМ, г. Симферополь

Адрес: Украина, 95015, г. Симферополь, ул. Крымской правды, 4,

Аннотация. Рассмотрено современное состояние системы обращения с твердыми бытовыми отходами в Украине. Разработана модель расположения мусороперерабатывающего комплекса. Предложено на основании использования отраслевого подхода сформировать региональную систему утилизации отходов.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, система утилизации, мусороперерабатывающий комплекс

ВВЕДЕНИЕ

Эффективность ведения хозяйства как ключевой аспект экономической деятельности любой системы зависит от соотношения полученного положительного эффекта и затрат на его достижение. Сокращение этих затрат и оптимизация их структуры является одним из факторов ее повышения. Поэтому важно не только рационально использовать производственные ресурсы, но и потреблять продукты таким образом, чтобы уменьшать их остатки. Следствием этого является проблема внедрения эффективной системы утилизации твердых бытовых отходов.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Согласно Концепции обращения с твердыми бытовыми отходами одним из руководящих принципов есть принцип соответствия иерархии обращения с отходами, а именно: предотвращение их образования, образованные отходы должны рассматриваться как ресурс (материал для повторного использования, переработки или источник энергии) или утилизироваться, остатки утилизации должны быть экологически безопасно размещены на полигоне, то есть захоронены. Пути внедрения систем, отвечающих этому принципу, лежат как в технологической, так и в экономической плоскости. Анализ зарубежных исследований в этом направлении выявляет следующие особенности:

- исследования ведутся в комплексном технологическом направлении – преобладает тенденция перехода от технологии мусоросжигания к технологии мусоропереработки с максимальной добычей полезных веществ и их рациональным использованием;
- система захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) признана экономически и экологически неприемлемой, директива о захоронении 1999/31/ЕС обязывает страны – члены Евросоюза снизить втрое до 2016 года количество тре-

бующих захоронения твердых бытовых отходов, имеющих биодegradурующие свойства;

- технологии удаления и утилизации ТБО должны минимизировать выбросы в естественную среду, но в то же время быть экономически эффективными, то есть не вызывать избыточные расходы.

Обращение с отходами в Украине имеет определенные особенности. Преобладающим способом их уничтожения является захоронение на полигонах. Мусороперерабатывающие предприятия представлены мусоросортирующими станциями и четырьмя мусоросжигательными заводами, лишь три из которых действуют в настоящее время. Уничтожение ТБО отнесено к сфере услуг, поэтому формирование цены осуществляется на муниципальном уровне и не учитывает стоимость вторичного сырья, которое содержится в отходах. В связи с этим материальная заинтересованность населения в сортировке веществ очень мала. Предприятия по их утилизации и захоронению безвредных конечных отходов не образуют целостную систему их переработки, поэтому большинство отходов не используется в качестве ресурса.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Отсутствие комплексной системы сбора и переработки ТБО на региональном уровне обуславливает необходимость разработки и обоснования внедрения региональной системы утилизации твердых бытовых отходов в АР Крым.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Эколого-экономическое взаимодействие осуществляется как на микроэкономическом уровне – отдельных предприятиях, так и региональном уровне. Именно на региональном уровне проявляется системный характер этого взаимодействия, который реализуется в нескольких аспектах:

- региональная социально-экономическая система потребляет комплекс природных ресурсов независимо от экономической направленности производства;
- продукты жизнедеятельности региона, включающие промышленные и бытовые отходы, как правило, уничтожаются частично, что порождает потоки загрязнений в окружающую среду;
- экологическая система региона образует вместе с социально-экономической системой целостную эколого-социально-экономическую систему, в пределах которой потоки ресурсов и отходов можно рассматривать как замкнутые.

Анализ современной системы обращения с твердыми бытовыми отходами показал, что управление процессом сбора и утилизации ТБО осуществляется на муниципальном уровне и уровне отдельных предприятий. Не разработана региональная система управления этим процессом, поэтому наблюдается неэффективное использование этих продуктов как с экономической точки зрения, так и с экологической, так как применение технологии захоронения ТБО на полигонах приводит к длительному загрязнению окружающей природной среды, не позволяет использовать полезные компоненты отходов в качестве вторичных ресурсов.

Наличие потоков отходов, циркулирующих в пределах системы, позволяет использовать отраслевой подход к их утилизации на основе формирования системы предприятий по их переработке и активизации рынка вторичных ресурсов.

Данные о морфологическом составе ТБО (макулатура 36,1%, стекло 9,9%, пищевые отходы 12,0 %, строительный мусор 7,0 %, древесина 6,6 %,

текстиль 5,7 %, полимерные материалы 7,0 %, металлы черные 9,0 %, металлы цветные 0,4 %, кожа и изделия из резины 2,3 %, другое 4,0 %) свидетельствуют о значительном потенциальном объеме вторичного сырья, которое может быть извлечено. Так, только в АР Крым потенциальные вторичные ресурсы можно оценить в более чем 144 млн. грн.

Анализ данных наблюдения за поступлением отходов для захоронения на полигон в течение нескольких месяцев показал, что имеют место регулярные колебания их объемов. В течение недели наблюдаются максимумы, которые обусловлены окончанием недельного производственного цикла и накоплением остатков потребления в выходные дни. В течение месяца имеет место тенденция роста количества ТБО, поступающих до конца периода, которая связана с наличием ежемесячных циклов производства.

Мультипликативная модель динамики объема отходов, поступающих для захоронения на полигон, имеет вид

$$U(t) = V_T(t) \cdot S_T + \varepsilon \quad (1)$$

где $V_T(t)$ – трендовая компонента;

S_T – сезонная вариация с периодом 7 дней;

ε – остаточная компонента.

Тренд имеет тенденцию роста к концу месяца. Зависимость от времени является нелинейной и может быть аппроксимирована полиномом третьей степени:

$$V_T(t) = a_3 t^3 + a_2 t^2 + a_1 t + a_0 \quad (2)$$

На рис. 1 представлены результаты моделирования с учетом сезонной компоненты.

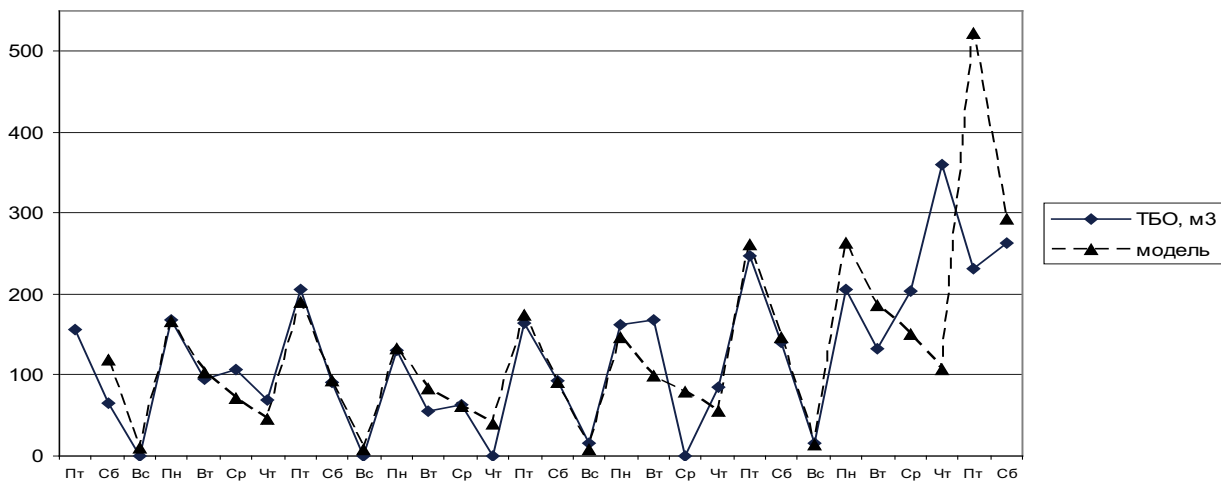


Рис. 1. Модель динамики потоков отходов
Fig. 1. Model of dynamics streams of wastes

Результаты моделирования доказывают, что технология переработки отходов должна включать механизм выравнивания объема сырья, поступающего на утилизацию. Поскольку обнаружены особенности динамики, характерные как для микроэкономического, так и для регионального уровней, предложено создать комплекс, состоящий из мусороперерабатывающего предприятия и системы мусоросортирующих станций.

В рамках региональной системы бытовые отходы собираются с помощью предприятий коммунального хозяйства и частных коммунальных фирм и концентрируются на специальных предприятиях по их уничтожению – полигонах для захоронения ТБО.

Сортировка осуществляется как в местах первичного формирования отходов, так и в процессе их уничтожения на «Полигоне». Выделенные и отобранные таким образом материалы перераспределяются среди субъектов хозяйствования, образуя замкнутую систему.

Таким образом, система утилизации ТБО должна состоять не только из полигонов, на которых осуществляется захоронение безвредных конечных отходов, но и из развитой системы сортировки, раздельного сбора и переработки отдельные их компонент. Это, в свою очередь предполагает отказ от концепции предоставления исключительно услуг по сбору и уничтожению ТБО и перейти к концепции формирования отрасли по их переработке.

Крым отличается от многих регионов Украины тем, что на его территории нет населенных пунктов с количеством населения больше 500 тыс. Поэтому, в отличие от Днепропетровска, Киева, где функционируют мусороперерабатывающие предприятия, в Крыму сырье для их функционирования образуется не в пределах отдельных городов, а на территории района, или целого региона, как например, Южный берег Крыма.

В Украине нет отлаженных отечественных технологий утилизации, не освоено серийное производство комплексов оборудования. Однако целесообразным является строительство не мусоросжигательного завода, а мусороперерабатывающего комплекса (МПК) с применением раздельного сбора отходов. Именно такая технология утилизации получает распространение в экономически развитых странах, где переработка мусора стала весьма прибыльной отраслью.

Согласно данным Главного Управления статистики АР Крым, в региональном разрезе образование отходов существенно неоднородно. Поэтому, не смотря на общий объем, соответствующий годовой мощности одного мусоросжигательного завода, целесообразно внедрить комплекс, состоящий из МПК и системы мусоросортирующих станций.

Для определения оптимального места расположения МПК решена оптимизационная задача: определить оптимальное размещение мусороперерабатывающего завода на территории Юго-западного Крыма, что позволяет при минимальных расходах на транспортировку груза обеспечить максимальный охват территории и полную переработку образованных на ней ТБО.

Ограничениями служат следующие факторы:

- расположение завода должно удовлетворять минимальным затратам на транспортировку груза от источников или мест накопления;
- пути транспортировки ТБО должны быть оптимальными по объему перевозки груза;
- размещение завода должно удовлетворять требованиями экологической безопасности.

Проведено исследование сети транспортировки отходов с учетом направления транспортных потоков. Поскольку анализ неориентированного сетевого графа показал нецелесообразность использования пути транспортировки из ЮБК через перевал Ангарский, то направление дуг букета «ЮБК и Севастополь» нанесено от вершины 1 к вершине 4. Направление дуг (7 – 6), (13 – 6), (5 – 6) обусловлено наименьшим расстоянием от данных территориальных ячеек до Симферополя (вершина 6) по сравнению с другими вершинами. Аналогичным способом выбраны направления дуг (12 – 11) (9 – 11) (10 – 11) (8 – 9) (рис. 2).

Наличие двух минимальных деревьев можно трактовать как существование значительных отличий в организации потоков в букетах «Южный берег Крыма и Севастополь» и «Юго-западное побережье Крыма до Евпатории» и в букете «Симферополь, Бахчисарай и прилегающие территории».

Оптимальным является расположение мусороперерабатывающего комплекса возле г. Саки, так как это отвечает минимуму расходов на транспортировку по системе в целом, а также наличию гарантированных пользователей добытой энергии. С экологической точки зрения такой вариант расположения является наименее вредным, потому что курорт Саки расположены в узкой прибрежной полосе и на значительном расстоянии от предполагаемого места расположения предприятия, которое исключает ухудшение условий лечения и отдыха. На территории Южного берега Крыма целесообразно разместить мусоросортировочные станции, которые уменьшат нагрузку на транспортные пути и обеспечат регулярное снабжение сырьем мусороперерабатывающее предприятие.

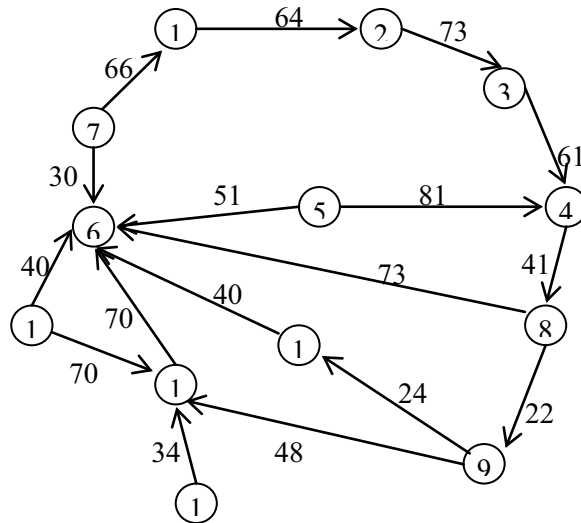


Рис. 2. Орграф транспортных путей Юго-западного Крыма
Fig. 2. Orgraf of transport ways of South-west Crimea

Минимальный покрывной лес для орграфа изображен на рис. 3.

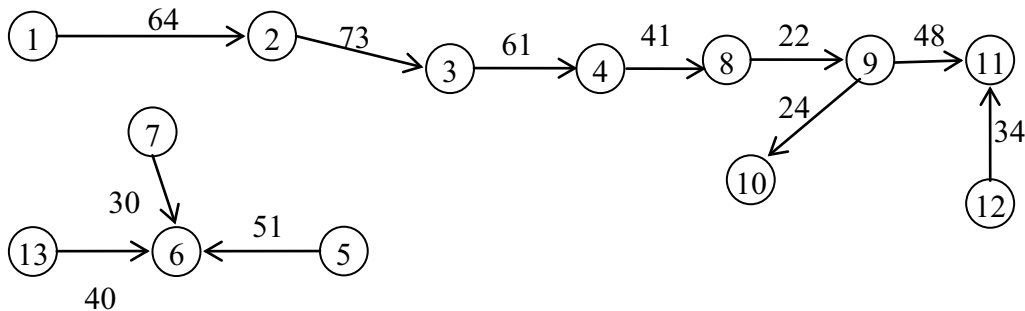


Рис. 3. Ориентированный лес орграфа путей транспортировки отходов
Fig. 3. Oriented forest orgraf ways of transporting of wastes

ВЫВОДЫ

Таким образом, на территории Юго-западного региона Крыма формируется система сбора и утилизации ТБО, элементами которой являются точки первичного накопления отходов, муниципальные и частные коммунальные предприятия по сбору и транспортировке ТБО, мусоросортировочных станций и мусороперерабатывающего комплекса. В точках первичного накопления следует внедрить систему раздельного сбора отдельных фракций ТБО.

Экономический эффект внутри социально-экономической системы может быть получен в виде экономии финансовых и материальных средств хозяйства, которые были бы затрачены на компенсацию убытка обществу и экономике, повышения продуктивности использования ресурсов за счет добытого вторичного сырья, а также производства электро- и теплоэнергии при утилизации отходов.

Эффект внутри экологической системы – прирост ее потенциала. Понятие потенциала включает объем и качество природных ресурсов, количественное и качественное разнообразие животного и растительного содружества.

Использование отраслевого подхода к комплексной переработке ТБО позволит существенно активизировать рынок вторичных ресурсов, повысить экономический эффект от утилизации ТБО на 144 млн. грн. ежегодно за счет реализации выделенного сырья и на 136,2 млн. грн. за счет сокращения земельных площадей, отводимых под полигоны ТБО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Corrente P., 2009.: Waste-to-energy plants: Italian references, technological issues and improvements/ Pietro Corrente//6-th Int. Conf. "Cooperation for Waste Issues". – Kharkiv, 23 – 25.
2. Tiris M., 2006.: Sustainable solid waste utilization options for the historical city of Istanbul// Environment Protection Engineering. – № 1, 51 – 56.

3. What does 'good ecological potential mean', within the European Water Framework Directive?, 2007.:// Marine Pollution Bulletin. – № 54, 1559–1564.

4. Абаева И., 2011.: Инновации в утилизации твердых бытовых отходов в Украине// Опережающее управление социально-экономическим развитием регионов – инновационное обеспечение: Мат. межд. науч.-практ. – Симферополь: ДИАЙПИ, 78 – 82

5. Абрамова М., Османов И., 2010.: Анализ эффективности системы управления отходами // Экономика: проблемы теории та практики: Зб. наук. пр. – Днепропетровськ: ДНУ. – Вип. 264: в IX т. – т.IV, 989–995.

6. Абрамова М., Османов И., 2011.: Анализ stanu та обґрунтування галузевого підходу до утилізації твердих побутових відходів// Опережающее управление социально-экономическим развитием регионов – инновационное обеспечение: Мат. межд. науч.-практ. конф. – Симферополь: ДИАЙПИ, 83 – 99.

7. Быков А. и др. , 2005.: Экономическая эффективность использования твердых бытовых отходов при производстве строительных материалов, изделий и конструкций// Экономика будівництва і міського господарства. – №.1, 69 – 79.

8. Горлицкий Б., 2006.: Обращение с бытовыми и промышленными отходами – основные изменения стратегии и тактики// Экология и промышленность. – № 3 (8), 55 – 58.

9. Державний комітет України з питань житлово-комунального господарства: Національна стратегія поводження з твердими побутовими відходами в Україні: Стратегія та план дій., 2004. – 164.

10. Коринько И., 2005.: Эколого-экономическая оценка комплексной переработки твердых бытовых отходов// Экология и промышленность. – № 3(4), 46 – 53.

11. Saliev E. , 2009. Ecological and economic problems saving up technologies' introduction in Ukraine// MOTROL. - №11B, 104 – 110.

12. Мержинський Е., 2008.: Концептуальна схема моделювання процесів регіонального розвитку з урахуванням стану зовнішнього середовища// Вісник Східноукраїнського ун-ту ім. В. Даля. – №3(121), 38 – 41.

13. Олійник Л., 2007.: Економіко-екологічні системи як об'єкт управління// Економіка і управління. – № 3, 74 – 78.

14. Рамазанов С., 2006.: Моделирование эколого-экономических систем в условиях неопределенности и риска. – Луганск: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту ім. В. І. Даля. – 400.

15. Рязанцева Н., 2008.: Моделирование социально-экономического развития региона// Вісник Східноукраїнського ун-ту ім. В. Даля. – №3(121), 302 – 307.

16. Сиволап А., 2006.: Управление потоком ТБО// Культура народов Причерноморья. – № 88, 98 – 101.

17. Штонда Ю., Абрамова М., 2011.: Регіональна система утилізації твердих побутових відходів/ VII міжн. наук.-практ. конф.// Зб. наукових ст. – том II, 51 – 55.

18. Ветрова Н., 2010.: Устойчивость окружающей природной среды и оценка уровня экологической безопасности региона// MOTROL. – №12D, 179 – 188.

FORMING OF MUNICIPAL WASTES UTILIZATION REGIONAL SYSTEM IN AR OF CRIMEA

Summary. The modern state of the municipal wastes handling regional system in Ukraine is considered. It is developed the model of wastes utilization complex location. It is suggested to form the regional system of wastes utilization on the basis of an industrial approach in AR of Crimea.

Key words: hard domestic wastes, system of utilization, complex on processing of garbage

THE ECONOMIC AND ENERGY EFFICIENT OF SELECTED TECHNOLOGY OF SUGAR BEET PRODUCTION

Stanisław Sosnowski, Grzegorz Zaguła, Miłosz Zardzewiały

Department of Production Engineering of Agriculture and Food, University of Rzeszow.

Summary. The present work is the analysis of selected costs and energy-consumption of three variants of sugar beet production engineering. The work is based on authors' own research and source materials. The economic and energy efficiency of sugar beet production has been determined, including crop and sucrose content in the yield from 1 ha.

Key words: sugar beet, production engineering, production costs, energy efficient

INTRODUCTION

The sugar beet in Poland, as well as other 38 countries, is the basic raw material for sugar production in the temperate climatic zone [Jasińska 2003, Tyburski 2004]. The sugar beet accounts for 23% of the world's sugar production with a downward tendency [Ostrowska 2002].

Changes in the home sugar industry have caused the decrease of sugar beet acreage and the increase of an average plantation area, yield harvest and sucrose content from 1 ha [Gorzelań 2010]. For the producers the most important are the production costs and the energy expenditure per 1 ha. The necessity of minimising costs and energy expenditure in sugar beet production exacts the search of low-cost methods of engineering [Zimny 2008]. The modern cultivation is connected with changing from traditional to simplified methods such as no-ploughing method - direct sowing in a stubble or mulch [Marczyńska 2011]. The arguments for simplifying the cultivation are: less fuel consumption and energy expenditure, less rides in the field, less time needed. New farming machinery is being used, which enables introducing considerable modifications in the hitherto methods of engineering within the post-harvest, basic and pre-sowing cultivation [Banasiak 1999, Findura 2004].

The conducted research shows that the method of sugar beet production engineering has a significant impact on the costs and energy-consumption of production process [Gorzelań 2010, Gorzelań et al. 2011]. Using modern technologies of harvest and improving the process of loading and delivering the yield to the sugar refinery have a positive effect on profitability, labour input during the harvest, harvest duration, loss reduction and the quality of the delivered raw material [Gorzelań, Puchalski 2008]. According to the source materials [Szeptycki 2004, Gorzelań, Puchalski 2006] the least energy-consuming technology of sugar beet harvesting is a single-stage harvest with combine harvesters. The profitability of farming is connected not only to the crop and the price of produce but also to the costs of production. Any simplification of production process allows reduction of costs with simultaneous increase of crop.

MATERIAL AND METHODS

The research was carried out on three farms in the Podkarpacie Province. On the "A" farm (Przeworsk commune) the traditional method of sugar beet production engineering was applied. The average sugar beet crop in 2010 was 63 t·ha⁻¹. In the structure of the farm's sowing the sugar beet took 8 ha (20%). It was grown on the soils of II and III b rate. On the "B" farm (Cieszanów commune) the mulch-mustard technology was used. In the sowing structure of the farm the sugar beet took 38 ha (11%). The average sugar beet crop in 2010 came to 58 t·ha⁻¹. It was grown on the soils of II, III a and IV b rate. On the "C" farm (Przemyśl county) the direct sowing was used. In the farm's sowing structure, the sugar beet took 17 ha (17%). The average sugar beet crop in 2010 amounted to 57 t·ha⁻¹. It was grown on the soils of II, III a and III b rate. Within the traditional method (17 procedures) the most energy-consuming procedure was carried out - the pre-winter ploughing. The manure was used in the amount of 30 t·ha⁻¹. Within both the mustard-mulch method and the direct sowing method 14 procedures were carried out. On the basis of the survey, the technological charts filled out in the years 2009-2010 as well as the data obtained from the farms and the source materials while applying the method of calculating the costs and the machinery energy expenditure, the analysis of the energy expenditure and costs of fuel and labour as well as the material and operational costs was conducted. The economic efficiency and the energy yield of sugar beet production was determined for the three selected methods of production engineering. In the cost accounting the IBMER method was used [Muzalewski 2006] and also the prices and technical specifications of the tractors and other farming machinery for the years 2008-2009. The energy-consumption of the sugar beet production process was calculated according to the IBMER method [Anuszewski et al. 1999, Wójcicki 2002], taking into account selected unitary indexes of energy-consumption published in the professional literature [Banasiak et al. 1999, Wójcicki 2002].

Table 1. The machinery used on particular farms and within particular methods of production engineering.

Process	Technology		
	Traditional farm „A”	Mulch-mustard farm „B”	Direct sowing farm “C”
Manure fertilizing	Ursus 5714 + layer Tytan 7 plus	-	-
Stubble planting	John Deere 6620 + stubble aggregate Brodnica 1A U753/A/2	Fendt 716 Vario + stubble aggregate KOS 4,5 B	-
Fertilizer sowing	Ursus 5714 + fertilizer layer Motyl N031-M1	Fendt 716 Vario + fertilizer layer SIPMA N049/1	Fendt 712 + fertilizer layer Amazone ZA-M 1500
Cultivation + after-crop: mustard plant	-	Fendt 716Vario + farming aggregate Ares TL 4.0	-
Scarifying soil with cultivator	-	-	Fendt 714 + stubble cultivator Gruber KP-260 S
Ploughing	John Deere 6620 + five-furrow plough 151/8	-	-
Aggregate cultivation	John Deere 6620 + cultivation aggregate KOMBI 4,2 BH	-	-
Fertilizing	Ursus 5714 + fertilizer layer Motyl N057/1	Fendt 716 Vario + fertilizer layer SIPMA N049/1	-
Pre-sowing cultivation	John Deere 6620 + cultivation aggregate KOMBI 4,2 BH	Fendt 716Vario + cultivation aggregate Ares TL 4.0	-
Sowing	John Deere 6620 + seed drill Omega B 3.0	MTZ 82 + seed drill Kverneland Accord Monopill S	Fendt 712 + seed drill Monosem NG 6
Weed spraying	Ursus 5714 + attached sprayer 600/15/H (4 times)	MTZ 82+ sprayer Pilmet 818 (4 times)	Fendt 712 + sprayer ORP 3000/20/PHN Goliat Plus (4 times)
Nitrogen fertilizing	Ursus 5714 + layer Motyl N057/1	-	Fendt 712 + layer MXL 1600 H
Spraying - leaf infusion	Ursus 5714 + attached sprayer 600/15/H	MTZ 82+ sprayer Pilmet 818	Self-propelled sprayer RAU-2000 1
Anti-fungal spraying - <i>Cercospora beticola</i>	Ursus 5714 + attached sprayer 600/15/H (2 times)	MTZ 82+ sprayer Pilmet 818 (2 times)	Fendt 712 + sprayer ORP 3000/20/ PHN Goliat Plus (2 times)
Harvest	Harvester Ropa Euro Tiger	Harvester Ropa Euro Tiger	Harvester Ropa Euro Tiger

RESULTS

As a result of time studies of labour input, fuel consumption measurement and source data on prices of fuel and labour, the costs of fuel and labour were de-

termined for each method of sugar beet production engineering presenting in Table 2.

Table 2. The costs of labour input and fuel in sugar beet production engineering.

Production engineering	Labour input [h·ha ⁻¹]	Fuel consumption [kg·ha ⁻¹]	Labour cost [zł·ha ⁻¹]	Fuel cost [zł·ha ⁻¹]
Traditional	9.62	128.9	96.2	528.5
Mulch-mustard	4.11	69.4	41.1	284.5
Direct sowing	3.35	58.7	33.5	240.7

Table 3. The material costs of sugar beet production engineering.

Type of used material	Material costs of production engineering [zł·ha ⁻¹]		
	Traditional	Mulch-mustard	Direct sowing
Seed	598.0	810.0	676.0
Fertilizers	1750.2	638.6	658.4
Pesticides	735.6	908.6	1174.2
Σ	3083.8	2357.2	2508.6

The highest costs of labour 96.20 zł·ha⁻¹ and fuel 528.50 zł·ha⁻¹ were in the traditional sugar beet production engineering. According to Gorzelany [2010] these costs amounted to 136 zł·ha⁻¹ and 720.7 zł·ha⁻¹ respectively. The lowest costs of labour 33.50 zł·ha⁻¹ and fuel 240.70 zł·ha⁻¹ occurred within the direct sowing method presenting in Table 3.

A considerable part of sugar beet production costs is the cost of used materials such as seed, pesticides and fertilizers. On the basis of data on factual material-consumption within the three methods of sugar beet production engineering as well as the materials' prices, the costs of used materials were calculated (table 3). The highest material costs were carried within the traditional method and amounted to 3083.8 zł·ha⁻¹. Where-

as, the lowest material costs were borne within the mulch-mustard method 2357.2 zł·ha⁻¹. By comparison, in 2007 these costs totalled up to 2144.0 zł·ha⁻¹ on 99 farms [Chudoba 2008].

Within the analysed methods of production engineering, the highest costs were the material costs coming to 52%. The average costs of machinery operating amounted to 39.9%. The lowest costs were the labour costs 1.1%. The highest overall cost occurred within the traditional method and amounted to 5927.0 zł·ha⁻¹. When using manure, the cost of the traditional method is higher and comes to 5680.0 zł·ha⁻¹ [Gorzelany 2010]. The lowest overall cost was found within the mustard-mulch method 4661.2 zł·ha⁻¹.

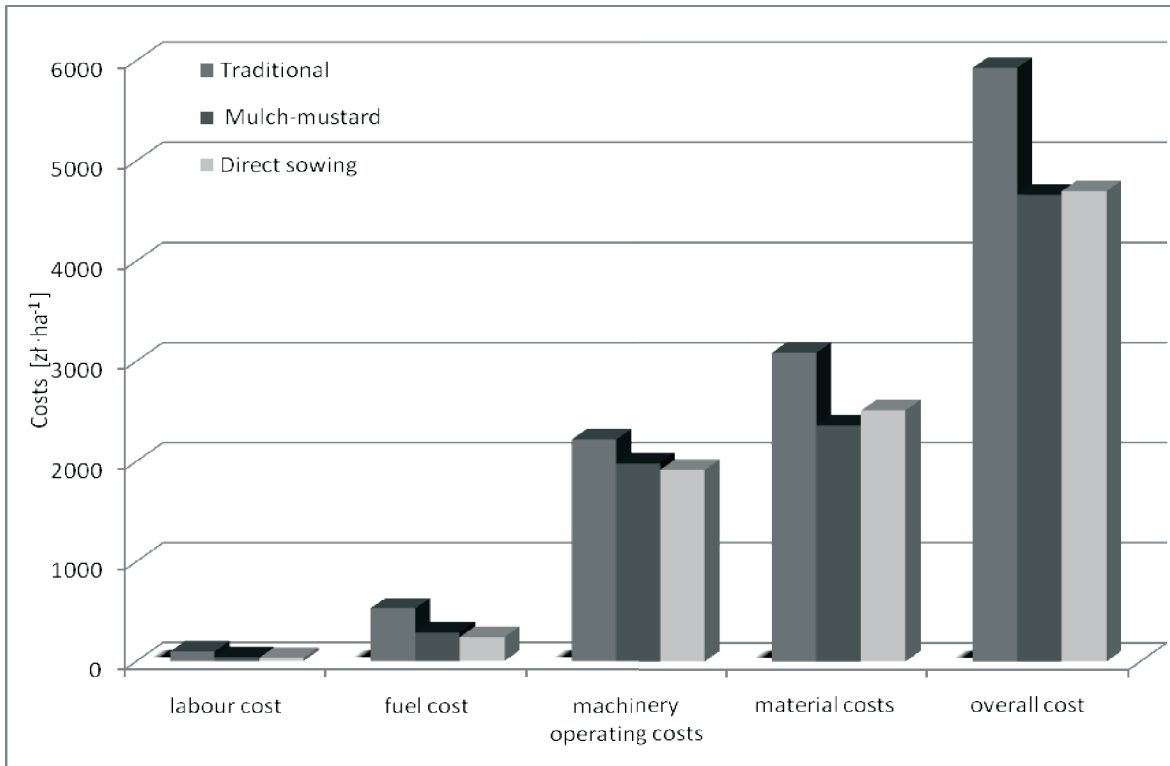


Fig. 1. The structure of costs [zł · ha⁻¹] of sugar beet production engineering.

Table 4. The profitability of sugar beet growing depending on the method of production engineering.

Method of production engineering	Sugar beet crop [t · ha ⁻¹]	Sucrose content [%]	Value fetched for the raw material [zł · ha ⁻¹]	Overall cost [zł · ha ⁻¹]	Profit [zł · ha ⁻¹]	Economic efficiency
Traditional	63	14.8	6393.7	5927.0	466.7	1.07
Mulch-mustard	57	14.3	5559.3	4661.2	898.1	1.19
Direct sowing	58	14.6	724.6	4696.7	1027.9	1.20

Adverse climate conditions in the analysed year (lower yield crop, lower sucrose content and lower price for a tonne of raw material) have caused that the profit from growing 1ha of sugar beet was relatively low and came to 1027.9 zł · ha⁻¹ within the direct sowing method. The profit from the mulch-mustard method was 898.1 zł · ha⁻¹ and from the traditional method 466.7

zł · ha⁻¹. According to Gorzelany [2010] the profit from the analysed methods was higher.

In order to determine the structure of energy expenditure (table 5), the operational and material machinery data were used as well as unitary energy indexes [Banasiak et al. 1999, Wójcicki 2002] and the results of authors' own research.

Table 5. The structure of energy expenditure within sugar beet production process

Method of production engineering	Labour input [MJ·ha ⁻¹]	Fuel [MJ·ha ⁻¹]	Direct energy expenditure [MJ·ha ⁻¹]	Energy expenditure on production and machinery repairs [MJ·ha ⁻¹]	Energy expenditure on materials [MJ·ha ⁻¹]	Overall energy expenditure [MJ·ha ⁻¹]
Traditional	769.6	6187.2	6956.8	3641.6	34083.5	44681.9
Mulch-mustard	328.8	3331.2	3660.0	2808.4	22028.5	28469.9
Direct sowing	268.0	2817.6	3085.6	2377.3	23059.0	28521.9

Table 6. The energy yield of sugar beet production engineering.

Method of production engineering	Yield [t·ha ⁻¹]	Sucrose content [%]	Sugar crop [kg·ha ⁻¹]	Sugar/obtained food energy [MJ·ha ⁻¹]*	Overall energy expenditure [MJ·ha ⁻¹]	Energy efficiency
Traditional	63	14.8	9324.0	148251.6	44681.9	3.3
Mulch-mustard	57	14.3	8151.1	129600.0	28469.0	4.6
Direct sowing	58	14.6	8468.0	134641.0	28521.9	4.7

* food energy of 1 kg of sugar - 15.9 MJ.

As far as the analysed methods of sugar beet production engineering are concerned, the highest direct energy expenditure was found within the traditional method 6956.8 MJ·ha⁻¹, while the lowest within the direct sowing method 3085.6 MJ·ha⁻¹.

The traditional method required the highest energy expenditure on production and machinery repairs as well as materials used, and amounted to 3641.6 MJ·ha⁻¹ and 34083.5 MJ·ha⁻¹, respectively, and consid-

The highest energy efficiency was obtained³ within the direct sowing and it came up to 4.7. In the other methods of sugar beet production engineering the values were respectively: mulch-mustard method 4.6,⁴ and traditional method 3.3.

CONCLUSIONS

1. The highest labour and fuel costs were borne within the 5. traditional method of sugar beet production engineering: fuel 528.50 zł·ha⁻¹ and labour 96.20 zł·ha⁻¹.
2. The material costs varied among the three methods:
 - traditional method 3083.8 zł·ha⁻¹
 - mulch-mustard 2357.2 zł·ha⁻¹

ering that the manure was used (10000 MJ·ha⁻¹). Relatively low energy expenditure on materials was noted within the mulch-mustard method 22028.5 MJ·ha⁻¹. On these farms, a low mineral fertilizer was used on the basis of soil analysis.

The highest overall energy expenditure of 44681.9 MJ·ha⁻¹ was marked for the traditional method. The overall energy expenditure for the mulch-mustard method was 28469.9 MJ·ha⁻¹ and for the direct sowing method 28521.9 MJ·ha⁻¹. direct sowing 2508.6 zł·ha⁻¹.

The economic efficiency of sugar beet production ranged from 1.07 for traditional method to 1.2 for direct sowing.

Within the analysed methods of sugar beet production engineering, the overall costs of sugar beet production varied and totalled up to: traditional method 44681.9 MJ·ha⁻¹, direct sowing 28521.9 MJ·ha⁻¹, mulch-mustard 28469.0 MJ·ha⁻¹.

The energy affectivity of sugar beet production within the analysed methods ranged from 3.3 for traditional method to 4.7 for direct sowing.

REFERENCES

1. Anuszewski R., Pawlak J., Wójcicki Z., 1979.: Energochłonność produkcji rolniczej. Metodyka badań energochłonności produktów surowców żywnościowych.// Symbol dokumentu C XXX III/717. Wydawnictwo IBMER. Warszawa.
2. Banasiak J., 1999.: Agrotechnologia. PWN. Warszawa-Wrocław. ISBN 8301126973.
3. Chudoba Ł. 2008.: Koszty i dochodowość uprawy buraków cukrowych w porównaniu z kukurydzą, pszenicą i rzepakiem// Gazeta Cukrownicza №8, 258 – 261.
4. Findura P., 2004.: Zakładanie porastu cukrowej repy In Farmář. - Praha : Martin Sedláček. Roč. 10, č. 3, 74 – 77.
5. Gorzelany J., Puchalski C., 2006.: Ocena kosztów i energochłonności zbioru buraków cukrowych na Podkarpaciu// Inżynieria Rolnicza. - №2 (77), 339 - 345.
6. Gorzelany J., Puchalski C., 2008.: Koszty i energochłonność transportu korzeni buraków cukrowych// Inżynieria Rolnicza. - №4 (102), 307-314.
7. Gorzelany J., 2010.: Koszty i energochłonność procesów produkcji buraków cukrowych// Inżynieria Rolnicza. №1 (119), 191-197.
8. Gorzelany J., Zaguła G., Zardzewiały M., 2011.: Efektywność produkcji buraków cukrowych w wybranych gospodarstwach na Podkarpaciu// Inżynieria Rolnicza. - №8 (133), 143 – 151.
9. Jasińska Z. et al., 2003.: Szczegółowa uprawa roślin. Tom I, wyd. II, Wrocław, s.395-403. ISBN 83-87866-06-7: 83-87866-11-3.
10. Marczyńska K. 2011: Zasady Uproszczonej Techniki Uprawy i konserwacja gleby na przykładzie buraka cukrowego// Burak Cukrowy. - №2, 12 – 14.
11. Muzalewski A. 2006: Koszty eksploatacji maszyn nr 21. Wydawnictwo IBMER. Warszawa. s.40-46.
12. Ostrowska D., 2002.: Stan i perspektywy produkcji buraka cukrowego w Polsce i krajach Unii Europejskiej// Wieś Jutra. - №2, 27 – 28.
13. Szeptycki A., 2004.: Koszty i energochłonność zbioru buraków cukrowych// Problemy Inżynierii Rolniczej. - №1, s.27 – 34.
14. Tyburski J. et al., 2004.: Uprawa buraka cukrowego w gospodarstwach ekologicznych. - Radom, 4.
15. Wójcicki Z., 2002.: Wyposażenie i nakłady materiałowo energetyczne w rozwojowych gospodarstwach rolnych. - IBMER. Warszawa.
16. Zimny L., 2008.: Uprozczone technologie uprawy buraka cukrowego// Wieś Jutra. - №2, 29 – 31.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИ ВЫБОРЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ.

Аннотация. В работе выполнен анализ приведенных затрат и энергопотребления для трех вариантов производства сахарной свеклы. Работа основана на собственных исследованиях и исходных материалах авторов. В результате определена экономическая и энергетическая эффективность производства сахарной свеклы, в том числе урожайность, содержание сахарозы полученное с 1 га.

Ключевые слова: сахарная свекла, производство, затраты на производства, энергозатраты.

ЗАДАЧИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ХАРАКТЕР РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛИЩА

Геннадий Куликов, Альбина Казьмина, Нина Кондратьева

Национальная академия природоохранного и курортного строительства
Адрес: Украина, 95493, г. Симферополь, ул. Киевская, 181. e-mail: www.napks.edu.ua

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы ряда предпроектных исследований, на основе которых необходимо разрабатывать детальный проект реконструкции, как единый процесс, обеспечивающий новый подход к энергосбережению.

Ключевые слова. Реконструкция, опорная застройка, климат, предпроектные исследования, энергосбережения.

ВВЕДЕНИЕ

Опыт реконструкции сложившихся жилых районов свидетельствует о том, что их последовательная модернизация должна осуществляться на основе комплекса предпроектных исследований и, особенно, проектирование в неразрывной связи решение социально-экономических, культурно-исторических и архитектурно-планировочных задач [1, 17, 19, 22]. В каждом городе в зависимости от условий, имеющихся в сложившихся массивах, может преобладать одна или более задач, определяющих характер реконструкции.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИИ

Проблемами методологии реконструкции сложившихся районов посвящено значительное число работ, среди которых можно отметить такие, как «Рекомендации по составлению проектов планировки городов Украины», «Методические рекомендации по реконструкции городов», Закон Украины «О комплексной реконструкции кварталов (микрорайонов) старого жилищного фонда» и другие.

В этих публикациях не уделено внимание относительно благоприятной застройки кварталов, возникших в 50-60-е годы и не имеющих современного комфорта и благоустройства. Эти жилые районы ныне оказались вышедшими на главные городские магистрали, либо попали в границы городских центров. Так, например, в Симферополе улицы центра города с морально устаревшей застройкой требуют обновления.

Конечно, критерии оценки старых жилых районов в городах различного типа не могут быть идентичными. Поэтому цикл предпроектных исследований может быть расширен или сокращен, а в ряде случаев могут появиться и специфические задачи.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Актуальным вопросом до начала определения характера реконструкции зданий является разработка прикладных методик и адресное их решение.

Важнейшей особенностью сети украинских городов является преобладание больших, средних и малых городов [1, 2, 6]. Их типологические особенности необходимо учитывать при оценке старых жилых районов.

Обобщив характеристики городов Украины следует сказать, что методы реконструкции морально и физически устаревших жилых зданий должны быть дифференцированы в зависимости от условий формирования родственных групп городов.

При реконструкции жилых районов нужно учитывать условно опорную застройку, считаться с различными условиями города (она сохраняется и поддерживается в ближайшей перспективе) и опорную (сохраняется и модернизируется в период существования генплана городов) [18].

Из развития городов видно, что жилые массивы должны по степени преобразования подразделяться на следующие группы: [1, 19].

- Сохраняемые без изменений, где старая застройка подлежит лишь планово-предупредительному ремонту в соответствии с действующими правилами и нормами технической эксплуатации зданий;
- Массивы, требующие благоустройства; в них застройка сохраняется без изменения или подлежит планово-предупредительному ремонту;
- Жилые образования, подлежащие переустройству, т.е. помимо капитального ремонта и реконструкций зданий, в них должны сноситься ветхие строения, благоустраиваться внутриквартальные проезды, благоустраиваться и озеленяться территории.

Отнесение жилых массивов к той или иной группе имеет принципиальное значение для определения состава и методов решения задач, связанных с модернизацией и реконструкцией жилой застройки [19].

Так же до начала реконструкции необходим ряд предпроектных исследований в результате которых будет определено, что районы реконструкции существенно различаются по:

1. территории;
2. качеству застройки (физический и моральный износ);
3. числу памятников архитектуры;

4. градостроительной значимости [18].

Опыт проектирования центральных городов показал, что на основе предпроектных исследований необходимо разрабатывать детальный проект реконструкции, который должен содержать следующие материалы:

- предложение по сохранению, пристройке и надстройке существующих зданий и размещению новых (на примере Джанкоя);
- предложения по использованию зданий;
- рекомендации по видам планируемого капремонта;
- предложения по санации территории;
- обоснование очередности проведения реконструкции;
- предложение по расселению жителей.

Одной из важнейших задач является: реконструкцию жилищного фонда необходимо рассматривать как единый процесс, обеспечивающий не только наращивание площадей, рост числа квартир, повышение их комфортности, но и новый подход к энергосбережению [8, 9].

В детальном проекте реконструкции необходимо рекомендовать введение нового потребительского подхода к проектированию, когда не регламентируются отдельные составляющие, определяющие тепловой баланс здания, а нормируется здание в целом с энергетической точки зрения. Это позволяет определить характеристики архитектурно-конструктивных, теплотехнических и энергетических показателей [11,13]. Показатели энергоэффективности:

- энергетический показатель компактности формы здания;
- обобщенный приведенный коэффициент теплопередачи здания;
- среднее приведение сопротивление всей оболочки здания;
- показатель по индивидуальному годовому расходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию 1 м² общей площади отапливаемого здания.

В ходе проектирования, строительства и эксплуатации здания должен осуществляться обязательный государственный метрологический контроль в области энергосбережения с помощью такого документа, как энергетический паспорт здания и определяться категориями здания по энергетической эффективности [14, 15].

В составе энергетического паспорта должен быть включен климатический паспорт города, так как учет факторов окружающей среды, воздействующих на здание и участвующих в формировании его внешнего объемно-пространственного решения является одним из важнейших требований к проектированию энергоэффективных зданий.

Комфортные условия для человеческого организма, которые должны приниматься во внимание

при проектировании здания, складываются из двух элементов:

- внешних климатических условий
- внутреннего микроклимата здания

Взаимодействие между внешними климатическими условиями и микро климатом помещения сказываются также на ограждающих конструкциях. В этих поверхностях происходит соприкосновение двух встречных энергетических потоков, поэтому, именно здесь также должен осуществляться контроль над энергетическими потоками.

Климатические факторы включающие в себя микро- и макро- условия являются основным ключом при определении режима эксплуатации здания и его типологических особенностей.

Типологические особенности зависят от режима эксплуатации жилища и включают в себя:

- Особенности архитектурно-планировочных решений
- Особенности инженерного оборудования
- Особенности ограждающих конструкций.

В климатическом паспорте [8] указывается взаимосвязь этих типологических особенностей и климатических факторов, что важно при разработке энергетического паспорта.

Также в климатическом паспорте представлен график годового хода температур определяющий период отопления, данные которого используются при определении энергетических показателей.

ВЫВОДЫ

1. На основе предпроектных исследований необходимо разработать детальный проект реконструкции, содержащий технические решения и социально-экономические обоснования окупаемой реконструкции зданий кварталов и микрорайонов без сноса существующих зданий и при двух-, -трехкратном приросте площадей жилья.
2. В детальном проекте реконструкции необходимо рекомендовать введение нового потребительского подхода к проектированию, когда не регламентируются отдельные составляющие, определяющие тепловой баланс здания, а нормируется здание в целом с энергетической точки зрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Развитие города, 2005.: Сб. научн. тр. - М.: СВР-АРГУС. – 325.
2. Хомич В., 2006.: Экология городской среды. – М: Из-во АСВ. – 246.
3. Матренинский С., Мищенко В., Спивак И., Зубенко К., 2008.: Методологический подход к оценке морального износа территорий массовой жилой застройки// Пром. и гражд. стр-во. – № 11, 124 – 132.

4. Мвтренинский С., Мищенко В., Спивак Е., 2008.: Методологический подход к оценке комфортности территорий массовой жилой застройки// Пром. и гражд. стр-во. - № 12, 54 – 56.
5. Системотехника строительства: энциклопедический словарь, 2004.:/ Под ред. А. А. Гусакова. – М.: Изд-во АСВ. – 320.
6. Системный анализ и принятие решений, 2004.: словарь-справочник /Под общей ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. – М.: Высш. шк. – 616.
7. Матренинский С., Чернышев Е., 2008.: Проблемы функционирования и развития территорий массовой жилой застройки как системно-комплексных градостроительных образований// Вестник центрального регионального отделения РААСН. – Воронеж - Липецк. – Вып. 7, 33 – 48.
8. Казьмина А., 2000.: Климатический паспорт -первая ступень для проектирования зданий// Устойчивый Крым, инновационный потенциал Крымской академии природоохранного и курортно строительства. – 286..
9. Казьмина А., 2005.: Повышение уровня тепловой защиты зданий при их эксплуатации и реконструкции// Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр. НАПКС. – Вып. 10, 143 – 149.
10. Дворецкий А., Казьмина А., 2006.: Выбор и систематизации энергетических параметров энергоэффективности жилых зданий// Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр. НАПКС. – Вып. 12, 86 – 92.
11. Табунщиков Ю., Хромец Д., Матросов Ю., 1986. Тепловая защита ограждающих конструкций зданий и сооружений. – М.: Стройиздат. - 286.
12. Jurobic S., 2001.: An investigation of the minimization of building energy load through optimization techniques. – Los Angeles scientific center, IBM Corporation, Los Angeles, California. – 426.
13. Бродач М., 1990.: Изопериметрическая оптимизация солнечной энергоактивности зданий. – Ташкент: Гелиотехника. – 124.
14. Бродач М., 1993.: Энергетический паспорт зданий// АВОК. - №1-1, 38 - 44.
15. Klaus Daniels, 1997.: The Technology of Ecological Building. - Birkhauser-Verlag fur Architektur, Basel. - 256.
16. Кратцер П. Климат города Пер. с нем. - М.: Мир. – 328.
17. Куликов Г., Казьмина А., Кондратьева Н., 2011. Взаимосвязь предпроектных исследований и характера реконструкции жилища// MOTROL. - №13С, 145 – 149.
18. Губернский Ю., Лицкевич В., 1991.: Жилище для человека. - М.: Стройиздат. - 196.
19. Черешнев Н., 1994.: Экологические аспекты внедрения высокоплотной малоэтажной застройки в городах III климатического района. - Дис... канд. архит. - СПб. – 286.
20. Булгаков С., Рыбалко И., 2006.: Окупаемая реконструкция пятиэтажной жилой застройки / Пром. и гражд. стр-во. - №5, 114 – 119.
21. Рагон М., 1969.: Города будущего. - М.: Стройиздат. – 252.
22. Dvoretzky A., 2008. Increasing energy effectively of individual house with use of solar energy// MOTROL. - №10А, 25 – 30.

PROBLEMS RECONSTRUCTION OF DWELLING DEFINING CHARACTER

Summary. Prior to the beginning of definition of character of reconstruction of buildings working out of applied techniques and their address decision.

Key words: reconstruction, climate, predesigned researches, the power passport.

ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ УБЕЖИЩ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ

Владимир Стоянов, Февзи Акимов, Виктор Стоянов

Национальная академия природоохранного и курортного строительства
Адрес: Украина, 95493, г. Симферополь, ул. Киевская, 181. e-mail: www.napks.edu.ua

Аннотация. В статье предлагается новый подход к проектированию более надежных, энергосберегающих систем электроснабжения потребителей, обеспечивающих жизнедеятельность укрываемых в малогабаритных убежищах гражданской защиты.

Ключевые слова: убежище, система энергоснабжения, накопитель тепловой энергии, термоэлектрический генератор.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время значительно расширился интерес к вопросам надежности защиты населения в малогабаритных индивидуальных убежищах, создаваемых в загородной зоне на участках дачного и жилого строительства. В соответствии с действующими строительными нормами и правилами (СНиП) все убежища должны обеспечивать надежное укрытие людей в трех режимах: вентиляция, фильтровентиляция и герметизация. Электроснабжение систем жизнеобеспечения убежищ предусмотрено от городской сети и, в ряде случаев, от автономных источников дизельгенератора и (или) аккумуляторных батарей [3, 5, 6]. Однако надежность электроснабжения от этих источников не отвечает требованиям для приемников тока первой категории, устанавливаемых в убежищах для поддержания допустимых условий обитаемости. Предельно допустимыми являются температура воздуха до 30°C, концентрация диоксида углерода до 3%, кислорода до 17% и оксида углерода до 30 мг/м³. при отключении электроснабжения в режиме полной изоляции и отключении параметров от указанных пределов использование убежищ невозможно.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Как известно, самым главным элементом обеспечения жизнедеятельности человека является дыхание. В спокойном состоянии человек за 1 час поглощает до 20 л кислорода и выделяет при этом 16 л диоксида углерода, 40 г паров воды и 50 ккал тепла. Следовательно, при пребывании людей в убежище состав и свойства воздуха будут изменяться: содержание кислорода снижается и одновременно повышается концентрация двуокиси углерода, температура и относительная влажность. Кроме того, в воздухе будет расти содержание антропогенных веществ, выделяемых органами дыхания и через кожу человека вызывающих неприятные запахи и отрицательно влияющие на самочувствие человека.

Системы жизнеобеспечения убежищ должны создавать условия для непрерывного пребывания в них расчетного количества людей не менее двух суток – режим вентиляции; 12 часов – режим фильтровентиляции; 6 часов – режим герметизации. На обеспечение работы систем очистки и восстановления микроклиматических характеристик и газового состава воздуха затрачивается 75-80% от общей подводимой мощности. В то же время, анализ существующих систем электроснабжения существующих убежищ показал, что:

- надежность электроснабжения от госсети не отвечает требованиям приемников тока систем жизнеобеспечения, к которым относятся системы воздухообеспечения убежищ;

- предусматриваемая в некоторых случаях установка дизельгенераторов (ДГС) и аккумуляторных батарей (АБ) намного усложняет и удорожает эксплуатацию и не обеспечивает требуемой степени надежности электроснабжения убежищ в условиях чрезвычайных ситуаций [7];

- установка ДГС требует строительство воздухозабора, систем отведения отработанных газов и значительных тепловых потоков, что намного снижает надежность работы систем жизнеобеспечения в чрезвычайных ситуациях [8, 9].

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Оборудование, разрабатываемое для обеспечения жизнедеятельности укрываемых в убежищах должно соответствовать требованиям, представленным в европейских стандартах. Анализ публикаций показал, что большинство высокоразвитых стран для повышения надежности укрытия населения в случае чрезвычайных ситуаций перешли на строительство убежищ семейного типа – бункеров. Возведением таких убежищ занимаются специализированные строительные фирмы Германии, США, Японии. Стоимость таких бункеров составляет десятки – сотни тысяч долларов США. Большая часть затрат приходится на специальные системы энергоснабжения и воздухообеспечения в которых приме-

няются современное оборудование, автоматика и микропроцессорные устройства, выпускаемые ведущими мировыми производителями [1, 2, 4].

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью проведенных исследований является создание модели для поэтапного исследования процессов, связанных с разработкой источника тока для системы гарантированного энергоснабжения убежищ, создаваемого на основе накопителя вторичных тепловых энергетических ресурсов, ранее удаляемых из убежища в окружающую среду и термоэлектрического генератора.

ПРЕДЛАГАЕМЫЙ СПОСОБ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

Электроснабжение систем жизнеобеспечения убежищ осуществляется от государственной сети и автономного источника тока. В качестве автономного источника тока в убежищах чаще всего применяются ДЭС и аккумуляторные батареи.

При анализе электрической схемы питания аппаратуры и технологического оборудования систем жизнеобеспечения и требуемого уровня надежности электроснабжения существующих убежищ приходим к выводу, что надежность электроснабжения существующих убежищ не отвечает современным требованиям в условиях чрезвычайных ситуаций [11, 12].

Существенным недостатком энергетики убежищ является также неоправданно большой расход электрической энергии приемниками тока в режимах фильтровентиляции и герметизации в условиях чрезвычайных ситуаций. Установленные автономные источники электроэнергии в условиях герметизации не могут обеспечить работу систем очистки, восстановления газового состава, удаление теплоизбытков без связи с окружающей средой. Дублирование ДЭС, увеличение их мощности при низком коэффициенте использования электрической энергии для работы систем жизнеобеспечения, значительно повышает стоимость эксплуатации убежища. И все это заложено в проектных решениях, что недопустимо в условиях поддержания жесткого режима экономии энергоресурсов в стране.

Для снижения потребляемых мощностей и повышения надежности электроснабжения убежищ целесообразно [13, 14, 15]:

– провести тщательный анализ нагрузочных характеристик существующих и перспективных приемников тока системы жизнеобеспечения убежищ, как по качеству электроэнергии, так и по удельному потреблению активной и реактивной мощности. Определить номинальные и максимальные нагрузки. При этом особое внимание следует уделить анализу режимов фильтровентиляции и герметизации убежищ, разработать альтернативные

способы или наиболее экономичные режимы использования существующих систем жизнеобеспечения;

– в связи с низкой надежностью и эффективностью существующих систем электроснабжения убежищ большой вместимости необходимо провести исследование с целью разработки убежищ малой вместимости;

– для повышения надежности электроснабжения убежищ малой вместимости в условиях чрезвычайных ситуаций следует рассмотреть вариант установки в них источника гарантированного питания с выходной мощностью 1-2 кВт для питания потребителей в условиях полной герметизации (при отключении госсети и невозможности работы ДЭС);

– для питания потребителей в условиях герметизации вполне возможно использовать заранее накопленную тепловую энергию, выделяющуюся при работе установок в других режимах по очистке, поддержанию газового состава воздуха внутренних помещений и отработавших газов технологического оборудования, включая ДЭС с последующим преобразованием ее в электрический ток с использованием термоэлектрических генераторов (ТЭГ).

Высокая надежность и бесперебойность электроснабжения приемников электрической энергии в условиях герметизации оценивается вероятностными характеристиками. Поэтому выработка научно обоснованных решений по повышению надежности и бесперебойности электроснабжения является составной частью задачи по повышению эффективности защиты населения страны в условиях чрезвычайных ситуаций [24].

Одним из путей решения данной проблемы может быть использование специальных теплоаккумулирующих устройств, работающих совместно с ТЭГ [16]. Но для того, чтобы ТЭГ с устройством, аккумулирующим тепловую энергию вторичных энергетических ресурсов, мог самостоятельно выполнять функции автономного источника энергии в системах гарантированного энергоснабжения убежищ, должны быть решены следующие основные задачи:

1. Разработаны принципиальные схемы установок с тепловыми накопителями и ТЭГ для систем гарантированного энергоснабжения убежищ ГЗ;

2. Разработана серия конструкций автономных источников энергии в системах гарантированного энергоснабжения потребителей убежищ различной мощности при высокой степени надежности;

3. Подобран соответственно энергетическим параметрам утилизируемых тепловых потоков теплоаккумулирующий материал, позволяющий накапливать, хранить и использовать тепловую энергию в ТЭГ [17, 18, 20, 22];

4. Разработаны схемы и режимы преобразования накопленной тепловой энергии в электрическую с требуемыми характеристиками [21, 23].

Разработанная схема системы энергоснабжения убежищ ГЗ с тепловым накопителем и ТЭГ при работе в режиме частичной или полной герметизации объекта представлена на рис. 1.

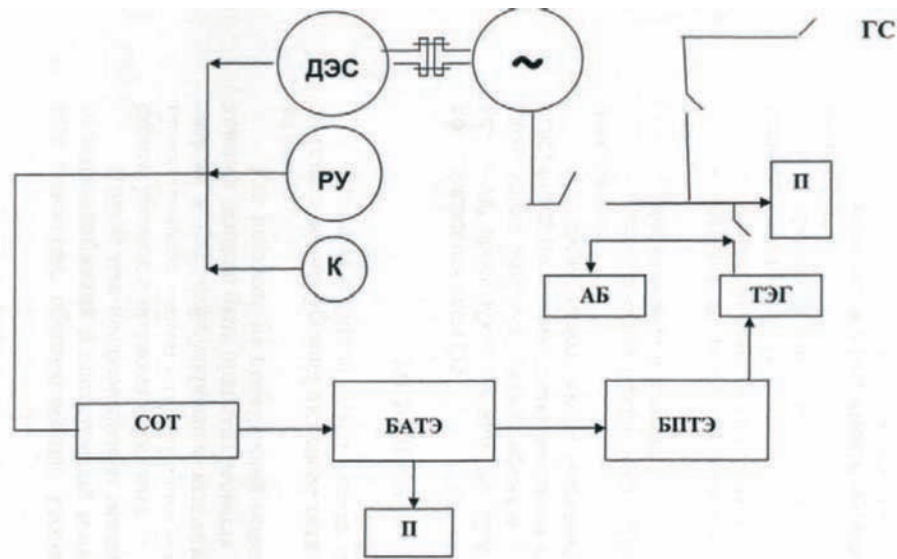


Рис. 1. Схема гарантированного энергоснабжения убежищ с использованием тепловых накопителей и ТЭГ, где: ДЭС – дизель-электрическая станция; СОТ – системы отведения теплоты; БАТЭ – блок аккумуляции тепловой энергии; БПТЭ – блок подачи тепловой энергии; АБ – аккумуляторная батарея; ТЭГ – термоэлектрический генератор; П – потребители тепловой и электрической энергии; ГС – государственная сеть энергоснабжения убежищ; РУ – регенеративная установка; К – кондиционер.

Fig. 1. Chart of the assured energy supply of refuges with the use of thermal stores

В случае перехода убежища в режим фильтрации или полной герметизации и невозможности дальнейшей работы ДЭС, РУ, К накопленная в БАТЭ тепловая энергия поступает из блока подачи тепловой энергии – БПТЭ в ТЭГ и убежищ запитывается от источника гарантированного энергоснабжения, работающего от накопителя теплоты.

Для оценки возможности внедрения предлагаемых систем гарантированного энергоснабжения, использующих тепловую энергию, удаляемую системами отведения теплоты, в энергетику убежищ ГЗ, был проведен комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ [19, 25, 26].

Практическая сторона решаемой проблемы заключается в выборе режимов работы системы гарантированного энергоснабжения, построенной на базе теплового накопителя и ТЭГ, в период поддержания временных характеристик живучести убежищ при работе в автономном режиме [27].

На основе проведенного предварительного анализа возможных режимов работы были сформулированы основные требования, которым должен отвечать разрабатываемый на базе теплового накопителя и ТЭГ источник энергии для систем гарантированного энергоснабжения убежищ ГЗ. В число этих требований вошли [27]:

- высокая надежность во временном диапазоне, не менее 30 суток;
- высокое качество вырабатываемой тепловой и электрической энергии;

- быстрая готовность к действию, т.е. принятию нагрузки;
- простота и безопасность обслуживания, а также пожаро- и взрывобезопасность;
- прочность (механическая, электрическая, термическая), химическая и радиационная стойкость;
- независимость работы от наличия связи с окружающей средой;
- отсутствие помех для электро- и радиоаппаратуры и магнитных систем;
- высокая экономичность;
- экологическая безопасность при работе в замкнутых герметизированных объемах.

Из перечисленных выше требований видно, что создаваемый источник, основанный на использовании тепловых накопителей энергии для систем гарантированного энергоснабжения убежищ ГЗ, относится к категории технических устройств, проектирование которых приводит к множественности возможных конструктивных схем [15, 27].

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Принятая в данной работе модель построения системы гарантированного энергоснабжения убежищ на основе теплового накопителя и ТЭГ представлена на рис. 2.

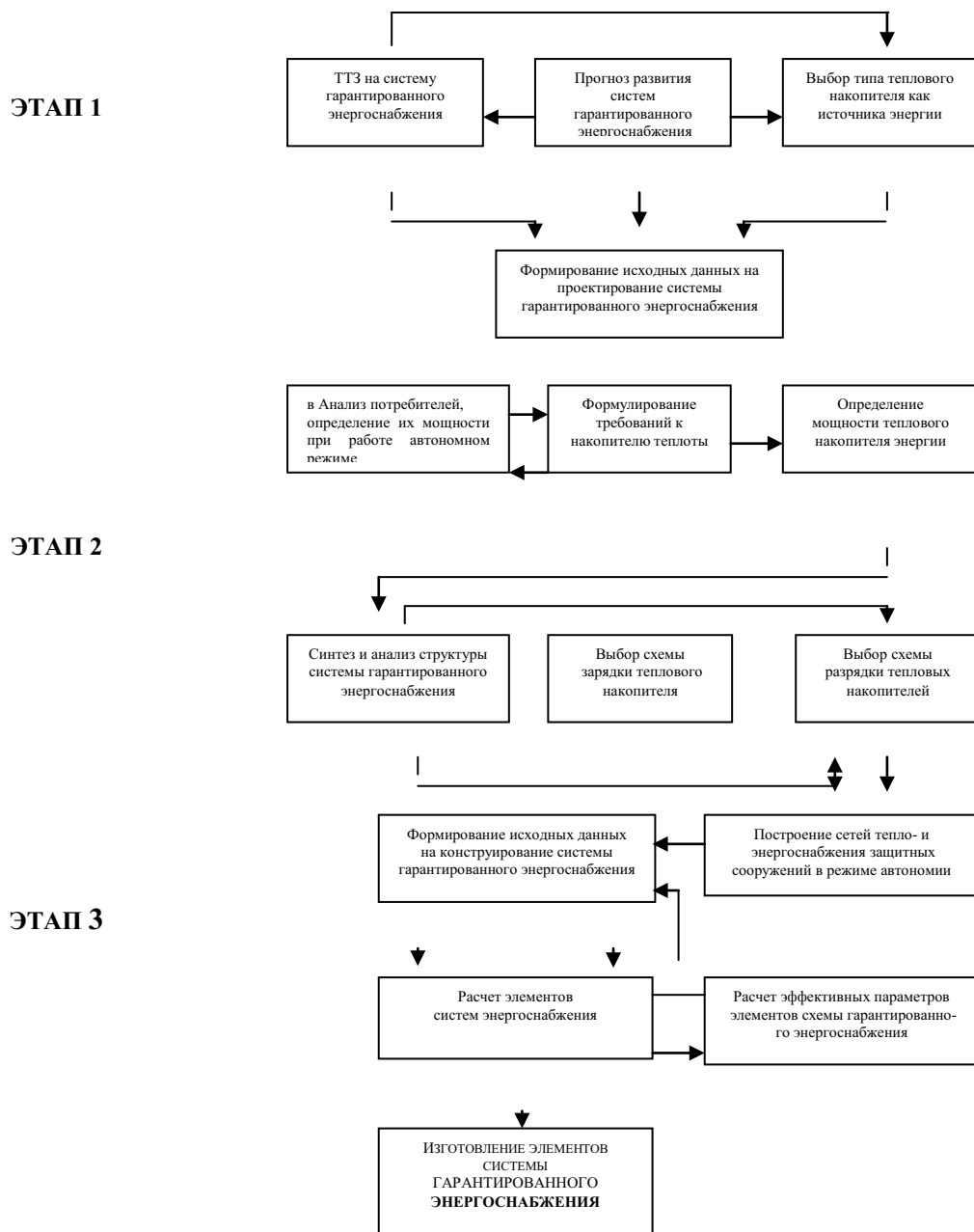


Рис. 2. Модель построения системы гарантированного энергоснабжения убежищ с тепловым накопителем и ТЭГ.
 Fig. 2. Model of construction of the system of the assured energy supply of refuges with a thermal store

Как показано на приведенной модели, результатом первого этапа исследования должно быть принятие решения по выбору типа накопителя тепловой энергии и ТЭГ, формулирование исходных данных и технического задания на проектирование системы гарантированного энергоснабжения для обеспечения работы убежищ в автономном режиме.

Второй этап предусматривает синтез структуры системы гарантированного энергоснабжения и последующий ее анализ с детальной разработкой

отдельных подсистем, обеспечивающих протекание основных рабочих процессов (схемы зарядки и разрядки, преобразователей, систем управления и контроля).

На третьем этапе осуществляется практическая реализация системы гарантированного энергоснабжения и ее подсистем.

Этапы разработки системы гарантированного энергоснабжения убежищ состоят из ряда подэтапов, реализация которых сводится к самостоятель-

ным и независимым задачам. При этом, исходя из требований системного подхода, необходимо учитывать, что одной из важнейших функций систем гарантированного энергоснабжения убежищ является обеспечение динамической устойчивости энергосистемы в режиме автономии.

Под динамической устойчивостью энергосистемы понимается ее способность после несанкционированного отключения государственного (внешнего) и автономного (внутреннего) источника восстановить исходное или практически близкое к нему (допустимое по условиям эксплуатации) состояние. С учетом этого система гарантированного энергоснабжения убежищ должна обеспечивать аккумуляцию теплоты отработанных газов и стоков оборудования и установок жизнеобеспечения (дизельного двигателя, регенеративных установок, кондиционерно-компрессорных станций и т.п.) для создания источников электрической энергии, работающих без связи с окружающей средой.

Согласно выбранному алгоритму на первом этапе осуществляется структурный анализ возможных альтернативных систем гарантированного энергоснабжения с накопителем тепловой энергии и ТЭГ. На этом этапе проводится сравнительная оценка энергетической мощности потребителей систем жизнеобеспечения с энергетическими возможностями накопителей тепловой энергии.

На втором этапе проводится формирование исходных данных для подбора соответствующего теплоаккумулирующего материала. В данной работе подбор теплоаккумулирующего материала осуществлялся с использованием как индивидуальных веществ, так и их смесей, которые поглощают или отдают тепло в процессе фазового перехода из твердого состояния в жидкое и наоборот (при температуре плавления или кристаллизации).

Задача третьего этапа состоит в разработке конструкции теплового накопителя для систем гарантированного энергоснабжения убежищ. В ходе проведения исследований на данном этапе были созданы и использованы различного рода конструктивные схемы систем, позволяющие обеспечить работу теплового накопителя в режимах накопления, хранения и выдачи запасенной энергии.

На четвертом этапе проведен расчет мощностных характеристик процесса разрядки теплового накопителя и подбор элементов блока преобразования тепловой энергии в электрическую. Этот этап включает в себя создание и экспериментальное исследование характеристик макета преобразователя тепловой энергии в электрическую, работающего в режиме автономного источника энергии и обеспечивающего питание оборудования систем жизнеобеспечения защитных сооружений в условиях частичной или полной герметизации.

На пятом этапе формировалась модель системы гарантированного энергоснабжения убежищ

ГЗ с использованием теплового накопителя и ТЭГ в качестве источника энергии.

ВЫВОДЫ

1. Ни один из источников электрической энергии убежищ самостоятельно не может решить проблемы обеспечения требуемой автономности и гарантированного электропитания убежищ гражданской защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.

2. Для бесперебойного энергоснабжения потребителей в условиях герметизации убежищ, особенно в период заражения атмосферного воздуха для электропитания систем воздухообеспечения необходимо использовать автономные источники, работающие без связи с окружающей средой.

3. Для работы термоэлектрических генераторов в убежищах гражданской защиты имеется возможность использовать энергию тепловых потоков, до настоящего времени сбрасываемых в окружающую среду специальными системами отведения теплоты.

4. В работе предложена блок-схема проектирования системы гарантированного питания убежищ с использованием накопителя вторичных тепловых ресурсов и термоэлектрического преобразователя накопленной тепловой энергии в электрическую.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богуславский Л., 1962.: Снижение расхода энергии при работе систем отопления, вентиляции и кондиционирования. - М.: Стройиздат. - 84.
2. Богуславский Л., 1985.: Снижение расхода энергии при работе систем отопления и вентиляции. - М.: Стройиздат. - 124.
3. Бреев В.В. и др., 1980.: Генераторы прямого преобразования тепловой и химической энергии в электрическую. - М.: ВНИИТ. - 186.
4. Возобновляемые источники энергии, 1985.: Тез. науч.-техн. конф. - Черниголова.: Институт хим. физики АН СССР, 248.
5. ГОСТ 26416-85, 1985.: Агрегаты бесперебойного питания мощностью до 1кВт. Общие технические условия. - М.: Издательство стандартов - 86.
6. Гулия Н., 1991.: Накопители энергии. - М.: Энергоиздат. - 62.
7. Данилин А. и др., 1991.: Тепло- и холодоаккумулирующие материалы. - Краснодар, Изд-во КПИ. - 168.
8. Использование вторичных энергетических ресурсов и природного тепла в системах отопления, горячего водоснабжения, вентиляции и кон-

диционирования воздуха, 1982.:// Тез. Всесоюзного совещания. - М.: ГПИ Сантехпроект, 1982, 256.

9. Карпис Е., 1986.: Энергосбережение в системах кондиционирования воздуха. - М.: Стройиздат. - 286.

10. Колодеев И., 1987.: Системы автономного электроснабжения. - М.: МО СССР. - 134.

11. Кононов Б., Самойленко Б., 1990.: Системы управления электроснабжением. - М.:МО СССР. - 152.

12. Крошко А., 1978.: Автономные источники и системы электропитания аппаратуры связи. - М.: Связь. - 168.

13. Морозовский В. и др., 1980.: Системы электроснабжения летательных аппаратов. - М.: Машиностроение. - 235.

14. Самойленко Б., Кононов Б., 1986.: Системы автоматического управления. - М.:МО. - 248.

15. Стоянов В. и др., 2010.: Аварийные источники энергии для объектов гражданской защиты // MOTROL. - №12С, 161 - 166.

16. Стоянов В., Токарев В., Хусаинов Р., 1987.: Исследование процесса распространения теплоты в замкнутом объеме. - Казань: КВКИУ. - 212.

17. Стоянов В., Пухов И. и др., 1990.: Аккумулятор тепла отходящих газов дизельных двигателей.//Мат. межд. симпозиума по нетрадиционной энергетике. - Бахчисарай, 219.

18. Стоянов В., Чемеричко А., Белюшков А., 1992.: Исследование состояния и разработка предложений по реконструкции системы энергоснабжения больницы им. Семашко с применением НВИЭ. - Симферополь: СВВСУ. - 292.

19. Стоянов В., 1996.: Схемы энергосберегающих технологий и теплообменных аппаратов простейших конструкций// Труды КИПиКС. - Симферополь. - Вып. 12, 78 - 83.

20. Стоянов В., 1996.: Вопросы развития Крыма. Науч.-практ. сб. - Вып 6. Концепция энергосбережения. - Симферополь: Таврия. - 265.

21. Стоянов В., 2001.: Выбор источника электроэнергии для систем гарантированного энергоснабжения объектов МО// Строительство и технологическая безопасность. Сб. науч. тр. НАПКС. - вып.4, 120 - 124.

22. Стоянов В., Сокальский А., 2001.: Автономные источники электроэнергии для систем гарантированного энергоснабжения объектов МЧС// Сб. науч. тр. КНУСА, Киев. - вып.5, 221 - 225.

23. Стоянов В., 2001.: Перспективные системы энергоснабжения малых населенных пунктов.// Материалы межд. конф.: Гурзуф, 156.

24. Стоянов В., Герман М., 2002.: Автономные источники энергии для обеспечения живучести объектов-укрытий. //Сб. науч. тр. НАПКС, Симферополь. Вып. 5, 134 - 137.

25. Стоянов В., Бакулина М., Малыгин Н., 2003.: Системы аварийного и резервного энергообеспечения в условиях чрезвычайных ситуаций. Мат. межд. конф. «Великий шелковый путь». Судак, 136.

26. Стоянов В., Бакулина М., Малыгин Н., 2003.: Источник гарантированного энергоснабжения с применением инновационных термоэлектрических технологий для защитных сооружений. // Сб. науч. тр. НАПКС, Симферополь. Вып. 6, 146 - 141.

27. Стоянов В. и др., 2010.: Исследование процессов регенерации воздуха герметичных помещений защитных сооружений// MOTROL. - №12С, 171 - 180.

PLANNING OF ENERGYSAVING SYSTEMS OF POWER SUPPLY OF SMALL REFUGES OF CIVIL DEFENCE

Summary. In the article the new going is offered near planning of more reliable, energysaving systems of elektrosnabzheniya users, providing vital functions covered in small refuges of civil defence.

Key words: refuge, system of energy supply, store of thermal energy, thermo-electric generator.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ В СОВМЕЩЕННОЙ СИСТЕМЕ С ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ

Бекиров Эскандер, Стрижаков Кирилл.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства.
Адрес: Украина, 95493, г. Симферополь, ул. Киевская, 181. e-mail: www.napks.edu.ua

Аннотация. В работе рассматривается возможность оптимизации режимов работы солнечной электростанции и тепловой электростанции. Произведены расчеты и проведен анализ когда в системе электроснабжения происходит генерация электрической энергии от солнечной электростанции и рассчитана экономия традиционных ресурсов возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: оптимизация, электрические станции, расход топлива, мощность, возобновляемая энергетика, солнечная электростанция.

ВВЕДЕНИЕ

Использование возобновляемой энергетики предопределено благоприятными климатическими условиями. Строительство и ввод в эксплуатацию солнечных электростанций (СЭС) в Крыму позволяет в значительной мере уменьшать энергодефицит на Крымском полуострове. Родниковая солнечная электростанция г. Симферополь генерирует электрическую энергию практически в течении всего года: в зимнее время генерация электроэнергии в энергосистему продолжается в течении 8 часов – с 10⁰⁰ до 18⁰⁰, а в летнее время в течение 14-15 часов с 5⁰⁰ и до 19 часов. Генерация происходит в течении дневного времени, а потребление электрической энергии нагрузками осуществляется в течении практически суток, то есть и в ночное время. В ночное время солнечная электростанция не генерирует электрическую энергию, потребители используют электроэнергию, потребители используют электроэнергию из энергосистемы, в которую генерируют другие источники энергии. Моментально, как только прекращается генерация СЭС электроэнергии другие генерирующие устройства не могут включаться, так как для ГЭС, так и для ТЭС необходимо время включения и ввода технологического режима.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

В данной работе рассматривается оптимизация режимов распределения нагрузки в совмещенной системе — солнечная электростанция (СЭС) и тепловая электростанция (ТЭС). Для режимов поставленной задачи рассмотрим распределение активных нагрузок между электрическими станциями энергосистемы с учетом потерь активной мощности в электрической сети.

Допустим, что в системе имеется одна эквивалентная теплоэлектростанция (ТЭС) и $j = б, в \dots, г$ солнечных электростанций (СЭС). Каждая СЭС за

период $\Delta\phi$ может выработать определенное количество энергии в зависимости от солнечного сияния.

Рассмотрим задачу, которая заключается в том, чтобы в каждом расчетном интервале всего периода $\Delta\phi$ получить наивыгоднейшее распределение нагрузки между станциями.

1. Уравнение цели

$$B = \sum_{t=1}^{t=k} B_t \cdot \Delta\phi_t \Rightarrow \min,$$

где B_t — расход топлива на ТЭС

Расход топлива эквивалентной тепловой станции зависит от того, с какой мощностью она будет работать в каждом расчетном интервале времени $t=1,2,\dots,k$, а следовательно, от мощности СЭС.

2. Уравнение связи — это расходная энергетическая характеристика эквивалентной ТЭС $B(P_{ТЭС})$ и расходные энергетические характеристики каждой СЭС

3. Уравнение ограничений.

Для каждого расчетного интервала имеется балансовое уравнение мощности (всего k уравнений)

$$P_{\text{бэлт}} = P_t - (P_{\text{мэс},t} + P_{\text{б},t} + P_{\text{в},t} + \dots + P_{\text{г},t}) + P_{\text{ном},t} = 0,$$

где $P_t = P_1, P_2 \dots$ — нагрузки системы в интервале $t=1,2,\dots,k$;

$P_{\text{мэс}}$ — мощность ТЭС;

$P_{\text{б},t}, P_{\text{в},t}, P_{\text{г},t}$ — мощности СЭС;

$P_{\text{ном},t}$ — потери активной мощности в сети.

Уравнение мощности для солнечной электростанции

$$P_j = \sum_{t=1}^{t=k} I_{j,t} \cdot A \cdot \Delta\phi_t, \quad (3)$$

где $I_{j,t}$ — интенсивность солнечного сияния;

A — площадь СЭС.

4. Уравнение оптимизации имеет вид

$$\frac{b}{1 - \sigma_{ТЭС}} = \frac{i}{1 - \sigma_i}$$

где $b = \frac{\partial B_{ТЭС}}{\partial P_{ТЭС}}$ — относительный прирост расхода топлива тепловой станции;

$i = \frac{\partial I_j}{\partial P_i}$ — относительный прирост солнечной радиации на СЭС

$\sigma_{ТЭС} = \frac{\partial p}{\partial P_{ТЭС}}$, $\sigma_i = \frac{\partial p}{\partial P_i}$ — относительные приросты потерь активной мощности в электрических сетях при изменениях мощностей ТЭС и СЭС соответственно.

Вывод уравнения оптимизации. Если требуется найти систему функций, реализующую максимум или минимум, подчиняющуюся достаточно гладким дополнительным условиям или уравнениям связи, искомую систему функций получаем в виде решения системы дифференциальных уравнений (уравнений Эйлера). Применим необходимое условие максимума или минимума функции при ограничениях параметров и воспользуемся методом множителей Лагранжа. Функция Лагранжа включает в себя формулы и имеет вид:

$$\Phi = \sum_{t=1}^{t=k} B_t + \sum_{t=1}^{t=k} \lambda_t P_{балан,t} + \sum_{j=1}^{j=r} \lambda_j P_j$$

где λ — множитель Лагранжа.

Неизвестными величинами будут мощности ТЭС и j СЭС в каждом расчетном t -м расчетном интервале времени, всего $jt+t$ неизвестных мощностей. Неизвестны также множители Лагранжа t множителей λ_t и j множителей λ . Итак число неизвестных равно $jt+2t+j$. Чтобы решить задачу, необходимо составить $jt+2t+j$ уравнений.

При решении этих уравнений можно определить $jt+t$ неизвестных. Уравнение мощностей СЭС дают j уравнений, а балансовое уравнение мощности — t уравнений. Таким образом, число уравнений достаточно для определения неизвестных.

Производные по мощности ТЭС имеют вид:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial P_{ТЭС,t}} = \frac{\partial B_t}{\partial P_{ТЭС,t}} + \lambda_t \left(1 - \frac{\partial p_t}{\partial P_{ТЭС,t}} \right) = 0$$

Из данного уравнения:

$$-\lambda_1 = \frac{b_1}{1 - \sigma_{ТЭС1}}; \quad -\lambda_2 = \frac{b_2}{1 - \sigma_{ТЭС2}}; \quad \dots; \quad -\lambda_k = \frac{b_k}{1 - \sigma_{ТЭСk}}$$

Производные по мощности СЭС имеют вид:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial P_{j,t}} = \lambda_t \left(1 - \frac{\partial p_t}{\partial P_{j,t}} \right) + \lambda_j \frac{\partial I_{j,t}}{\partial P_{j,t}}$$

Из уравнения:

$$-\lambda_1 = \frac{\lambda_6 i_{6,1}}{1 - \sigma_{6,1}} = \frac{\lambda_B i_{B,1}}{1 - \sigma_{B,1}} = \dots = \frac{\lambda_r i_{r,1}}{1 - \sigma_{r,1}};$$

$$-\lambda_2 = \frac{\lambda_6 i_{6,2}}{1 - \sigma_{6,2}} = \frac{\lambda_B i_{B,2}}{1 - \sigma_{B,2}} = \dots = \frac{\lambda_r i_{r,2}}{1 - \sigma_{r,2}};$$

.....
(4)

Из уравнений (7) и (9) получаем условия оптимизации:

$$-\lambda_1 = \frac{b_1}{1 - \sigma_{ТЭС1}} = \frac{\lambda_B i_{B,1}}{1 - \sigma_{B,1}} = \frac{\lambda_r i_{r,1}}{1 - \sigma_{r,1}} = \dots;$$

$$-\lambda_2 = \frac{b_2}{1 - \sigma_{ТЭС2}} = \frac{\lambda_B i_{B,2}}{1 - \sigma_{B,2}} = \frac{\lambda_r i_{r,2}}{1 - \sigma_{r,2}} = \dots;$$

.....

Все величины входящие в (10), за исключением множителей Лагранжа, определяются энергетическими характеристиками оборудования (относительными приростами ТЭС- b и СЭС- i) и параметрами электрической сети (относительными приростами потерь мощности σ), поэтому и получим окончательном виде уравнение оптимизации:

$$\frac{b}{1 - \sigma_{ТЭС}} = \lambda_6 \frac{i_6}{1 - \sigma_6} = \lambda_B \frac{i_B}{1 - \sigma_B} = \dots = \lambda_r \frac{i_r}{1 - \sigma_r}$$

Условие (11) имеет следующий смысл: для наиболее выгодного распределения нагрузки необходимо для всего периода оптимизации соблюдать постоянное соотношение λ между ТЭС и СЭС b нагрузка должна распределяться по соотношению.

$$\lambda_6 = \frac{b}{1 - \sigma} \frac{i_6}{1 - \sigma_6} \tag{12}$$

Между ТЭС и СЭС B по соотношению.

$$\lambda_B = \frac{b}{1 - \sigma} \frac{i_B}{1 - \sigma_B} \tag{13}$$

и так далее.

Разномерность и физический смысл множителей Лагранжа.

Рассмотрим простейшую систему, состоящую из одной ТЭС и одной СЭС. Условие наиболее выгодного распределения нагрузки имеет вид:

$$b = \lambda i$$

$$b = \frac{\Delta B_{ТЭС}}{\Delta P_{ТЭС}}, \quad i = \frac{\Delta I_j}{\Delta P_i} \tag{7}$$

Известно, что

$$\lambda = \frac{\Delta B_{ТЭС}}{\Delta P_{ТЭС}} \frac{\Delta I}{\Delta P_{СЭС}} \tag{14}$$

Рассмотрим случай, когда мощности, вырабатываемые на станциях, равны $\Delta P_{ТЭС} = \Delta P_{СЭС}$. Тогда уравнение примет вид

$$\lambda = \Delta B_{ТЭС} / \Delta I$$

Следовательно, λ — мера эффективности использования солнечной энергии в системе. Этот коэффициент показывает какое количество топлива будет сэкономлено при использовании солнечных ресурсов на СЭС.

Отсюда видна эффективность использования СЭС в системе одновременной работы с тепловой электростанцией. Если СЭС работает в минимальном режиме, то в системе возрастает нагрузка на ТЭЦ и она потребляет большее количество топлива.

Каждый введенный кВт мощности СЭС будет давать значительную экономию топлива за счет разгрузки неэкономичного оборудования ТЭС

В качестве источника электрической энергии для СЭС использованы солнечные батареи (СБ), преобразующие солнечную энергию в электрическую энергию постоянного тока. Характеристика СБ представлена в таблице 1.

Таблица 1 Характеристика солнечного модуля
Table 1. Description of the sun module

P_{max} , Вт	230
U_{max} , В	28,22
I_{max} , А	8,15
a , м	1,65
b , м	0,99
$S_{сб}$, м ²	1,6335
a , м	0,156
b , м	0,156
s , м ²	0,024336
n , шт	60
$S_{абсорб}$, м ²	1,46016
η , %	15,7517
$K_{запол}$, %	89,38843

где P_{max} — максимальная выходная мощность СБ;
 U_{max} — максимальное напряжение холостого хода;
 I_{max} — максимальный ток короткого замыкания;
 a, b — длина и ширина СБ;

$S_{сб}$ — площадь солнечной батареи;

a, b — длина и ширина модуля СБ;

s — площадь одного модуля;

n — количество модулей в СБ;

$S_{абсорб} = n \cdot s$ — площадь абсорбера;

η — коэффициент полезного действия СБ;

$K_{запол}$ — коэффициент заполнения модулями

СБ;

Солнечная электростанция состоит из $N=347827$ модулей, которые установлены под углом $\alpha = 44^{\circ}56'$ к горизонту. Рабочая площадь станции $S_{раб}=507883 \text{ м}^2$

Тепловая электростанция на выработку 1 кВт·ч электроэнергии расходует $b=340$ грамм условного топлива (г.у.т.)

С целью оптимизации совместной работы СЭС и ТЭС и уменьшения выбросов CO_2 на ТЭС в результате сгорания топлива произведены расчеты, значения которых приведены в таблице 2.

Таблица 2 Расчетные значения параметров совместной работы СЭС и ТЭС мощностью по 80МВт
Table 2 Calculation values of parameters of joint work by a sun and thermal ES by power for 80 MWt

№	Величина	Ед. изм.	Месяц											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Выработка энергии на ТЭС без ввода СЭС														
1	$W_{ТЭС}$	МВт·ч	59520	53760	59520	57600	59520	57600	59520	59520	57600	59520	57600	59520
2	$B_{ТЭС}$	т.у.т.	20237	18278	20237	19584	20237	19584	20237	20237	19584	20237	19584	20237
Выработка энергии на СЭС														
3	$I_{ясн}$	Вт/м ²	107848	125584	176012	195249	213881	209416	211557	207104	187242	159486	126324	93316
4	$I_{ср. обл.}$	Вт/м ²	33275	45516	77708	106544	137744	147329	156550	143012	122177	89771	46565	28173
5	$W_{ясн 1}$	МВт·ч	8628	10047	14081	15620	17111	16753	16925	16568	14979	12759	10106	7465
6	$W_{ср. обл 1}$	МВт·ч	2662	3641	6217	8524	11020	11786	12524	11441	9774	7182	3725	2254
Процент замещения ТЭС														
7	$\mu_{ясн}$	%	14,50	16,88	23,66	26,24	28,75	28,15	28,44	27,84	25,17	21,44	16,98	12,54
8	$\mu_{ср. обл}$	%	4,47	6,12	10,44	14,32	18,51	19,80	21,04	19,22	16,42	12,07	6,26	3,79
Выработка энергии на ТЭС при работе СЭС														
9	$W_{ясн 2}$	МВт·ч	50892	43713	45439	41980	42410	40847	42595	42952	42621	46761	47494	52055
10	$W_{ср. обл 2}$	МВт·ч	56858	50119	53303	49076	48500	45814	46996	48079	47826	52338	53875	57266
11	$B_{ясн 2}$	т.у.т.	17303	14862	15449	14273	14419	13888	14482	14604	14491	15899	16148	17699
12	$B_{ср. обл 2}$	т.у.т.	19332	17041	18123	16686	16490	15577	15978	16347	16261	17795	18317	19471
Количество сэкономленного топлива за счет ввода СЭС														
13	$B_{ясн 1}$	т.у.т.	2933	3416	4788	5311	5818	5696	5754	5633	5093	4338	3436	2538
14	$B_{ср. обл 1}$	т.у.т.	905	1238	2113	2898	3747	4007	4258	3890	3323	2442	1267	766
15	$M_{ясн 1}$	т.	4804	5594	7841	8697	9528	9329	9424	9226	8341	7104	5627	4157
16	$M_{ср. обл 1}$	т.	1482	2028	3462	4746	6136	6563	6974	6371	5442	4000	2074	1255

где $W_{ТЭС} = P_{ТЭС} \cdot k \cdot 24$ — энергия вырабатываемая на ТЭС без ввода СЭС

k — количество дней в месяце;

$B_{ТЭС} = W_{ТЭС} \cdot b \cdot 10^3$ — количество топлива сжигаемое ТЭС без ввода СЭС;

$I_{ясн}$ — солнечная активность на СБ при ясном небосводе;

$I_{ср. обл.}$ — солнечная активность на СБ при средней облачности;

$W_{ясн 1} = I_{ясн} \cdot S_{абсорб} \cdot N \cdot z \cdot 10^{-9}$ — энергия выработанная на СЭС при ясном небосводе;

$W_{ср. обл 1} = I_{ср. обл.} \cdot S_{абсорб} \cdot N \cdot z \cdot 10^{-9}$ — энергия выработанная на СЭС при средней облачности;

$\mu_{ясн} = W_{ясн 1} \cdot 100 / W_{ТЭС}, \mu_{ср. обл.} = W_{ср. обл 1} \cdot 100 / W_{ТЭС}$ — процент замещения ТЭС

При вводе СЭС при ясном небосводе и при средней облачности;

$$W_{ясн 2} = W_{ТЭС} - W_{ясн 1}, W_{ср. обл 2} = W_{ТЭС} - W_{ср. обл 1}$$

энергия, вырабатываемая на

ТЭС при работе СЭС при ясном небосводе и при средней облачности;

$$B_{ясн 2} = W_{ясн 2} \cdot b \cdot 10^3, B_{ср. обл 2} = W_{ср. обл 2} \cdot b \cdot 10^3$$

количество топлива

сжигаемо на ТЭС при работе СЭС при ясном небосводе и при средней облачности;

$$M_{ясн 1} = W_{ясн 1} \cdot b \cdot j \cdot 10^3, M_{ср. обл 1} = W_{ср. обл 1} \cdot b \cdot j \cdot 10^3$$

количество

экономленного топлива за счет ввода СЭС при ясном небосводе и при

средней облачности;

$$M_{ясн 1} = W_{ясн 1} \cdot b \cdot j \cdot 10^3, M_{ср. обл 1} = W_{ср. обл 1} \cdot b \cdot j \cdot 10^3$$

— масса CO₂

$j=0,018977$ т — количество CO₂ при сжигании 1 т.у.т..

По полученным данным построены графики зависимости генерируемой электрической энергии

СЭС и ТЭС в ясный день (рис. 1) и при средней облачности (рис. 2).

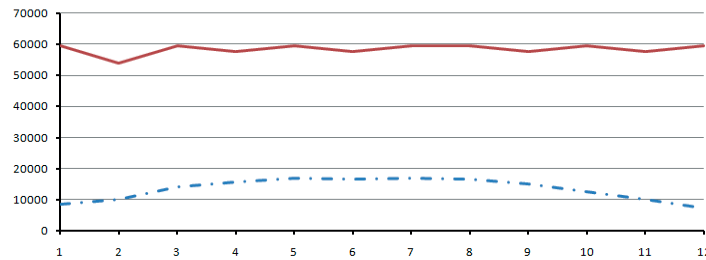


Рис. 1. Генерирование СЭС и ТЭС в ясный день.
Fig. 1. Generating by a sun and thermal ES in a clear day.

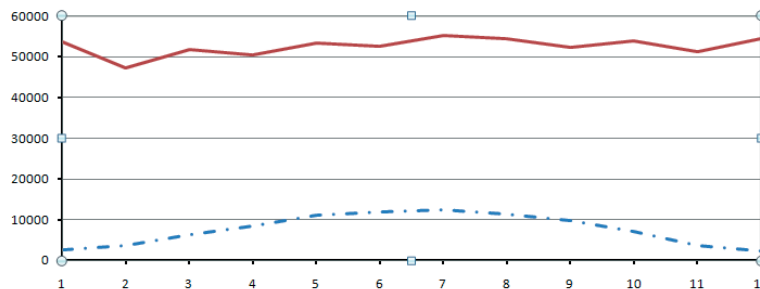


Рис. 2. Генерирование СЭС и ТЭС при средней облачности.
Fig. 2. Generating by a sun and thermal ES at a middle cloudiness.

ВЫВОДЫ

Анализ совместной работы СЭС и ТЭС одинаковой мощности, показывает, что использование СЭС дает возможность экономии 54754,26 т.у.т. при ясном небосводе и 30854,78 т.у.т. при средней облачности в год, при этом на 89672 т. при ясном небосводе и 50531 т. при средней облачности в год уменьшается количество выбросов CO_2 в атмосферу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов Н., Веников В., Ежков В., 1974.: Расчеты и анализ режимов работы сетей. - М.: Энергия. – 336.
2. Веников В., Зуев Э., Литкенс И., 1981.: Электрические системы. Математические задачи электроэнергетики. - М.: Высшая школа. – 288.
3. Веников В. и др., 1981.: Оптимизация режимов электростанции и энергосистем. -М., Энергоиздат. – 464.
4. Веников В., Горушкин В., Маркович И. и др., 1973.: Электрические системы. Электрические расчеты программирования и оптимизации режимов. -М.: Высшая школа. – 320.
5. ДСТУ-НБВ.11-27.2011 «Строительная климатология». – 86.
6. Даффин Дж., Бекман У., 1977.: Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. -М.: Мир. – 420.

7. Мельничук М., Дубровін В., Красовські Є, Поліщук В., 2011.: Аналіз сучасного стану і перспектив розвитку світової та української сонячної енергетики// MOTROL. - №13D, 5 – 11.

OPTIMIZATION OF MODES OF PARTITION OF LOAD IN THE COMBINED SYSTEM WITH RENEWABLE ENERGY SOURCES

Summary. Possibility of optimization of the modes of operations of sun power-station and thermal power-station is in-process examined. Calculations are produced and an analysis is conducted when in the system of power supply there is a generation of electric energy from sun power-station and the economy of traditional resources of renewable energy sources is expected.

Key words: optimization, electric stations, expense of fuel, power, renewable energy, sun power-station.

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ САМООЧИСТКИ ВСАСЫВАЮЩИХ ТРУБОПРОВОДОВ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ОТ ЗАИЛЕНИЯ

Игорь Головки*, Роман Захаров**

*Сакское межрайонное управление водного хозяйства

**Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Адрес: Украина, 95493, г. Симферополь, ул. Киевская, 181. e-mail: www.napks.edu.ua

Аннотация: Представлен метод самоочистки всасывающих трубопроводов насосных станций при помощи устройства создающего турбулентный поток при стенках всасывающего трубопровода.

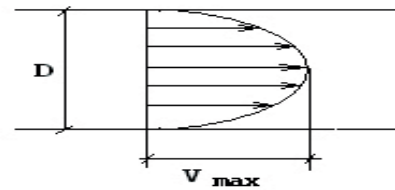
Ключевые слова: заилиние; турбулентность; всасывающий трубопровод; аванкамера; насосная станция.

ВВЕДЕНИЕ

Водозаборное сооружение - ответственный элемент узла сооружений насосной станции, особенно при водозаборе из открытых источников. Конструкция и оборудование водозаборного устройства должны обеспечивать нормальный режим работы и удобство эксплуатации насосной станции. В результате смены собственников значительного количества площадей изменились режимы работы оросительных систем. Все оросительные комплексы, введенные в эксплуатацию в конце XX века, были рассчитаны на работу широкозахватной техники. Каждая насосная станция обеспечивала работу одновременно нескольких дождевалов машин, причем расположенных на разных севооборотных участках. Весь гидравлический расчет узла сооружений насосной станции основывался на обеспечении требуемых расходов воды на орошение при максимальном использовании пахотных площадей. Работа насосных станций планировалась на режим одновременной работы нескольких насосных агрегатов. В течение последних 20 лет по тем или иным причинам произошел спад сельскохозяйственного производства. Большинство орошаемых ранее земель не используется, на смену крупному товаропроизводителю (колхозам, совхозам) пришел мелкий «частник» (личные подсобные хозяйства, фермеры). Изменился и режим использования орошаемых земель, севообороты были распаеваны и переданы в частные руки, в результате чего орошаемые земли стали использоваться без соблюдения ранее созданных севооборотных участков. Уменьшилась и потребность в орошении у многих новых собственников орошаемых земель. Режим работы насосных станций изменился, объемы перекачиваемой воды уменьшились. В результате длительной эксплуатации насосных станций в режимах, на которые они первоначально не рассчитывались (работа единичными агрегатами на малых расходах), происходит заилиние всасывающих трубопроводов. В настоящее время на некоторых насосных станциях всасывающие линии заилены до 30% живого сечения трубопровода, что мешает нормальной эксплуатации насосных станций и способствует заилению аванкамер.

ЦЕЛЬ

Явление заилиния возникает из-за ламинарного движения воды во всасывающем трубопроводе (равномерное движение воды, при котором наибольшая скорость потока по оси трубопровода, а при приближении к стенкам трубопровода эпюра скоростей стремится к нулю). Ламинарный режим при низких скоростях способствует тому, что скорость при стенках трубопровода меньше минимальной допустимой незаиляющей скорости, в связи с чем происходит заилиние (рис. 1) [1, 9].



D — диаметр трубопровода
 V_{max} — максимальная скорость

Рис.1 Эпюра распределения скоростей в трубопроводе при ламинарном потоке

Fig. 1 The schedule of distribution of speeds in the pipeline at a

Решение существующей проблемы состоит из двух этапов:

1. Очистка трубопровода от уже существующих наносов.
2. Создание в потоке условий, не допускающих заилиние трубопроводов.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ПРЯМАЯ ПРОМЫВКА

Для очистки всасывающих трубопроводов необходимо в сам трубопровод поместить конструкцию, которая создает турбулентность в потоке воды, и способствует возникновению скоростей струи в зоне заилиния (пристеночной) равными или более максимально допустимой неразмывающей скорости $1 \leq V_{пр} \leq 2,5$ м/с [2, 4]. Для выполнения данной задачи предлагается конструкция, перераспределяющая скорости в струях потока и создающая турбулентность в слое потока, наиболее подверженном заилинию (рис. 2).

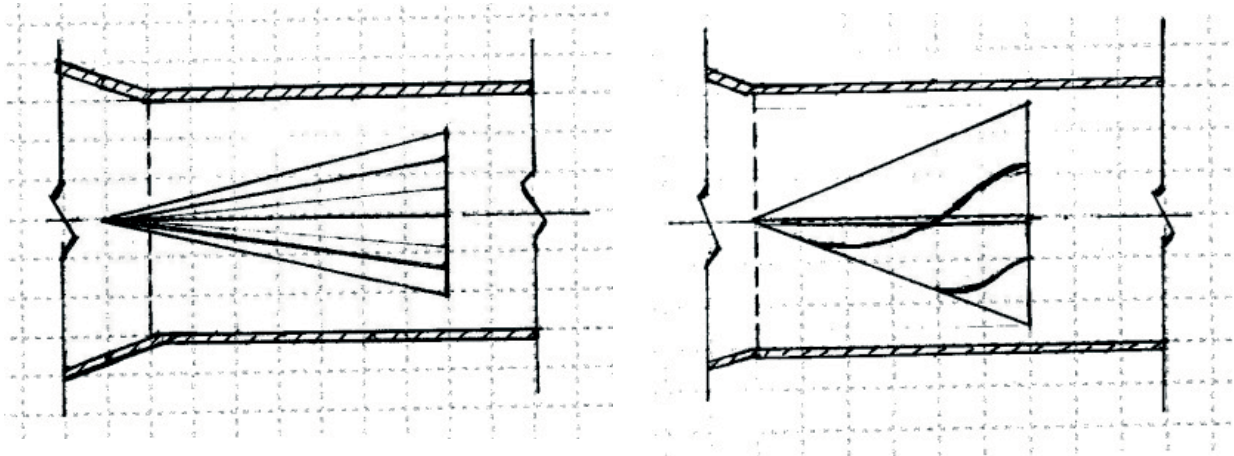


Рис.2 Принципиальная схема размещения конструкции в трубопроводе
Fig. 2 the Basic circuit of accommodation of a design in the pipeline

Конструкция помещается во всасывающий трубопровод и находится непосредственно в нем, что исключает попадание воздуха в поток. Значительная протяженность всасывающих трубопроводов и их конструкция позволяет стабилизировать поток воды на подходе к насосу, что в свою очередь исключит возможность образования кавитационных процессов в насосной камере [5, 10]. Промывка всасывающего трубопровода осуществляется в следующем порядке: включается макси-

мальное количество насосных агрегатов, всасывающие трубопроводы работают полным расчетным сечением, а прошедшая через насосно-силовой агрегат вода сбрасывается обратно в открытый источник. Сбросные трубопроводы имеются на всех насосных станциях. Конструкция приспособления выполнена из расчета создания максимального количества турбулентных потоков (рис. 4).

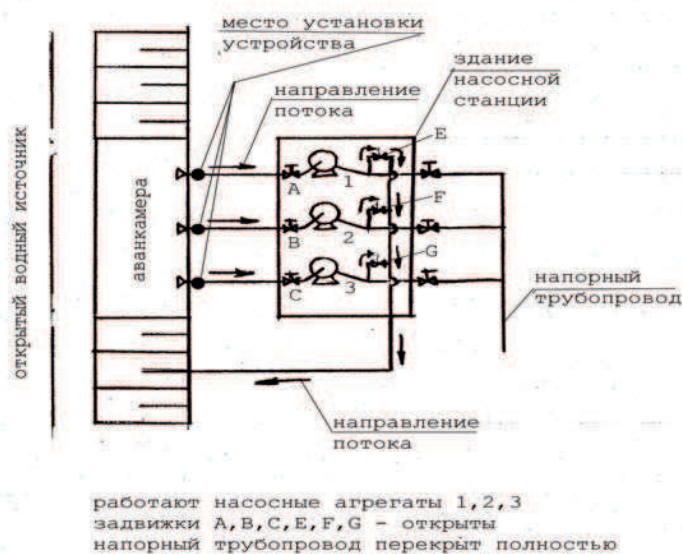


Рис.3 Схема работы насосной станции при прямой промывке всасывающих трубопроводов
Fig. 3 the Circuit of work of pump station at direct washing soaking up pipelines

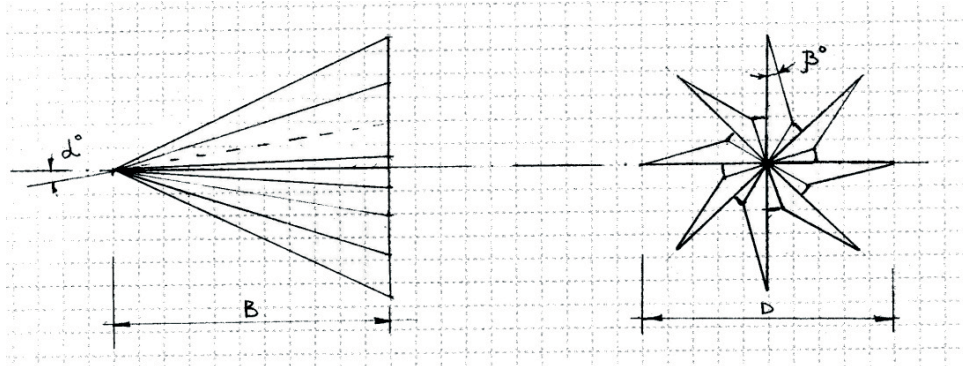


Рис.4 Схема конструкции создающей турбулентный поток для очистки трубопровода от илистых отложений
 Fig. 4 the Circuit of a design creating a turbulent stream for clearing the pipeline of oozy adjournment

Диаметр конструкции находится в зависимости от линейных размеров очищаемого трубопровода:

$$D = 0,75 \cdot d \text{ (м)} \quad (1)$$

где d – диаметр трубопровода.

Угол атаки α устройства наиболее эффективен в пределах $15^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$.

Угол атаки лопастей β зависит от заиленности очищаемого трубопровода. Чем больше наносов в трубопроводе и чем более плотный их механический состав, тем больше угол атаки лопастей и их количество. Рекомендуемое количество лопастей 9

шт. Угол атаки должен располагаться в диапазоне $5^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$.

Варианты конструкций применимы как к горизонтальным, так и наклонным водозаборам.

Приспособление устанавливается как на жестком креплении (рис. 5), так и на креплении свободного вращения (рис. 6). Жесткое крепление применяется для создания более возмущенного потока для очистки от уплотненных отложений, крепление свободного вращения – для очистки от легких наносов и наклонных трубопроводов.

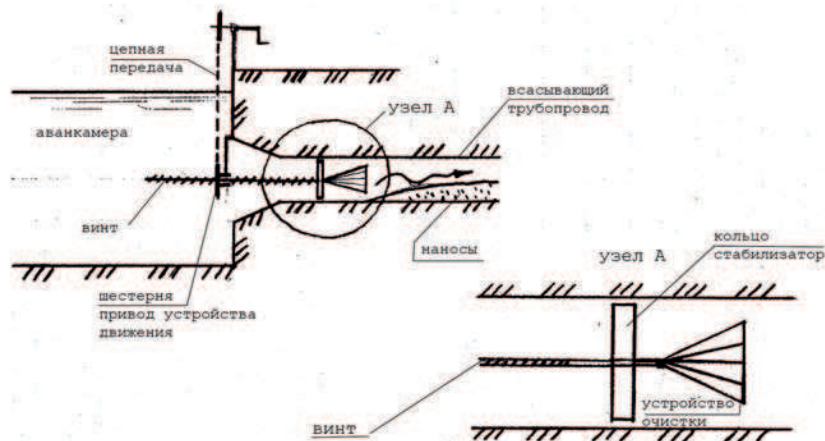


Рис.5 Жесткое крепление устройства
 Fig. 5 Rigid fastening of the device oozy adjournment

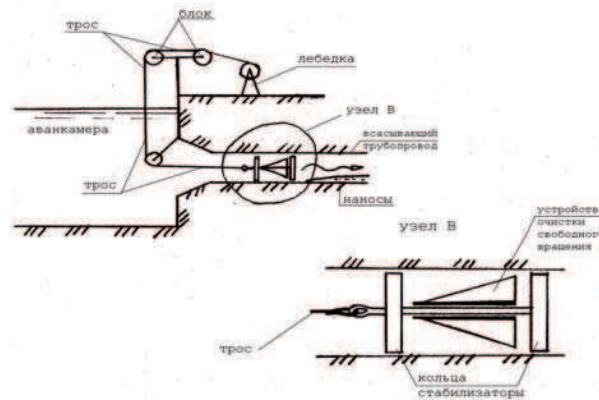


Рис.6 Крепление свободного вращения
Fig. 6 Fastening of free rotation

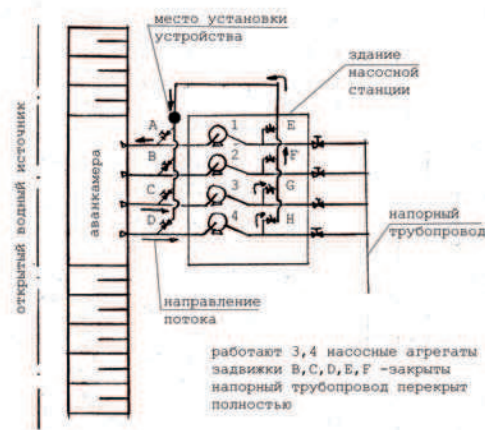


Рис.7 Схема работы насосной станции при обратной промывке всасывающих трубопроводов
Fig. 7 the Circuit of work of pump station at return washing soaking up pipelines

ОБРАТНАЯ ПРОМЫВКА

Одним из вариантов освобождения всасывающих трубопроводов от наносов, также предлагается обратная промывка трубопроводов кратковременным (на время необходимое для освобождения от наносов) турбулентным потоком большого расхода. Промывка осуществляется при помощи монтируемого обратного трубопровода (рис. 7), на выходе из которого, непосредственно в трубе, стацио-

нарно устанавливается устройство возмущения потока (рис. 8).

При одновременном включении максимального количества насосно-силовых агрегатов открывается запорно-регулирующая арматура обратного трубопровода и поток максимального расхода направляется через конструкцию возмущения потока обратно через всасывающие трубопроводы неработающей группы насосов (рис. 7). Наносы через аванкамеру выносятся обратно в открытое русло водоисточника.

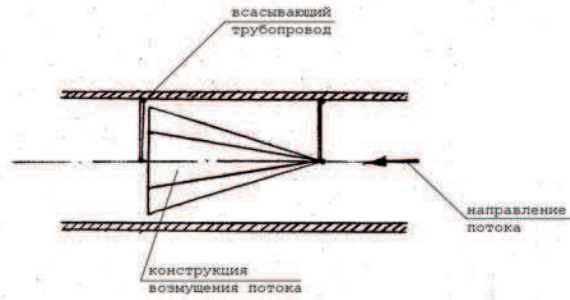


Рис.8 Схема установки конструкции возмущения потока в трубопровод обратной промывки
 Fig. 8 the Circuit of installation of a design of indignation of a stream in the pipeline of return washing

ПРОФИЛАКТИКА ОБРАЗОВАНИЯ НАНОСОВ

Для предупреждения заиливания всасывающих трубопроводов необходимо в сам трубопровод, после его очистки, поместить конструкцию которая создает турбулентность в потоке воды и препятствует возникновению скоростей струй меньше минимальной допускаемой незаиливающей скорости $V_{min} \geq 0,8 \div 1,0$ м/с [4, 9]. Предлагаемая конструкция не перераспределяет основных потоков во всасывающем трубопроводе, а только поддерживает турбулентный режим в пристеночной зоне, в отличии от конструкции приспособления для очистки, и создает гораздо меньшее сопротивление потока (меньшие потери напора) (рис.9).

Диаметр конструкции принимается по формуле (1). Угол атаки должен находиться в диапазоне $0^\circ \leq \alpha_1 \leq 10^\circ$. Линейные размеры А и В зависят от конструкции всасывающего трубопровода и находятся в зависимости $0,8 \cdot B \leq A \leq B$. Длина устройства

$$B = 2 \cdot D \quad (м). \quad (2)$$

Устройство устанавливается в трубопровод стационарно, например, при помощи электросварки (рис. 10).

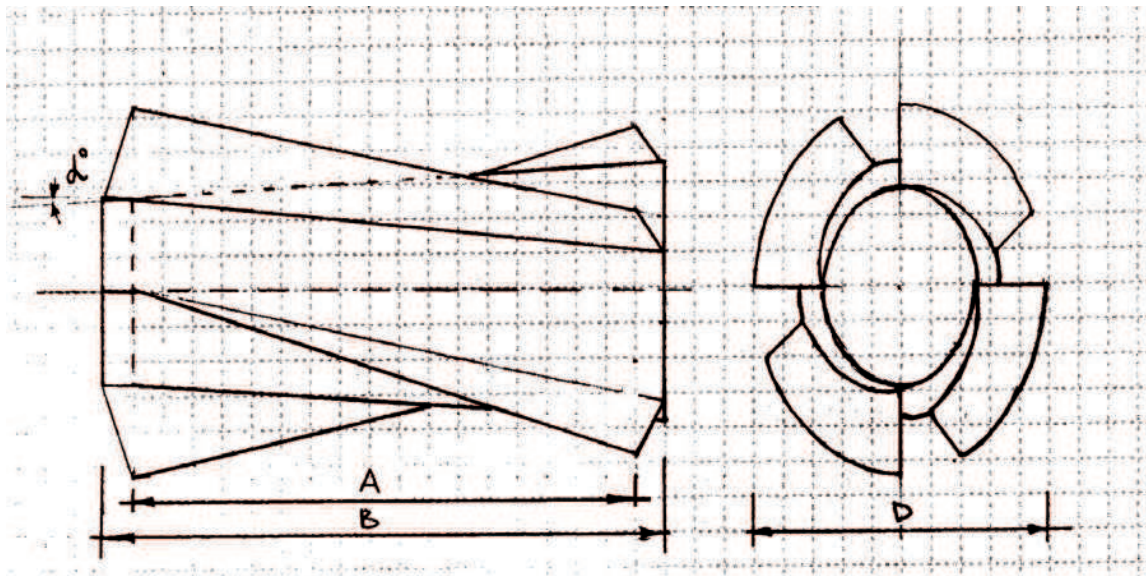


Рис.9 Схема конструкции создающей турбулентный поток в пристеночной области трубопровода для предотвращения заиливания
 Fig. 9 the Circuit of a design creating a turbulent stream in wall areas of the pipeline for prevention silt



Рис.10 Схема установки устройства во всасывающий трубопровод
Fig. 10 the Circuit of installation of the device in soaking up pipeline



Рис.11 Очистка аванкамеры от наносов
Fig. 11 Clearing from deposits

При больших длинах всасывающих трубопроводов рекомендуется установка нескольких конструкций, расстояние L между которыми должно удовлетворять следующему условию

$$5 \cdot D \leq L \leq 10 \cdot D \quad (\text{м}). \quad (3)$$

При линейных размерах L меньше $5 \cdot D$ и больше $10 \cdot D$ установка дополнительной конструкции возмущения потока неэффективно, в связи с тем, что при расстоянии менее приведенного условия (3) существует устойчивый турбулентный поток, а во втором случае – ламинарный (возможно оседание донных отложений между установленными конструкциями) [3].

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Ежегодная очистка аванкамер и всасывающих трубопроводов от наносов требует значительных как материальных, так и людских ресурсов,

также эта работа занимает много времени. Большая протяженность открытой сети и расположенными на ней, а также большие объемы земляных работ делают работы по очистке аванкамер и всасывающих трубопроводов одними из основных в подготовке оросительных систем к поливному сезону [6, 7](рис. 11).

Исходя из многолетних работ по очистке аванкамер насосных станций и всасывающих трубопроводов, на примере Сакской оросительной системы (АР Крым), стоимость очистки 1 м^3 наносов колеблется в диапазоне от 80 грн до 160 грн, средняя 120 грн/м^3 . Стоимость очистки предложенным методом, установкой конструкции возмущения потока для самоочистки, состоит только из затрат на электроэнергию, необходимую для работы насосно-силового оборудования на период работ по очистке. По предварительным данным насыщенность воды илами и наносами при работах по очистке составляет до 10 кг/м^3 , т.е. для очистки 1 м^3 необходимо пе-

рекачать 100 м³ воды. Средние затраты электроэнергии, по данным технических характеристик насосного оборудования [2, 8], составляет в среднем 0,5 кВт·ч/м³. Стоимость очистки 1 м³ предложенным способом соответствует стоимости 50 кВт·ч - 49 грн/м³. (по состоянию на 01.01.2012 г.). Также следует отметить, что работы по очистке проводятся единовременно при дальнейшей установке стационарной конструкции во всасывающий трубопровод.

ВЫВОДЫ

При использовании вышеуказанной технологии самоочистки всасывающих трубопроводов насосных станций, эксплуатационные организации смогут экономить значительные средства, ранее затрачиваемые на работы по механизированной очистке.

Экономленные средства возможно направить на проведение работ по содержанию и ремонту оросительных систем и сооружений на них, а также внедрять новые технологии направленные на увеличении надежности всего мелиоративного комплекса, что благотворно скажется на всей экологической обстановке отрасли в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большаков В., 1977.: Справочник по гидравлике. – К.: Вища школа. – 280.
2. Рычагов В., 1975.: Насосы и насосные станции. - М.: Колос. – 416.
3. Степанов П., 1984.: Справочник по гидравлике для мелиораторов. - М.: Колос. – 207.
4. Аверьянов С., 1973.: Оросительные мелиорации. – М.: Колос. – 191.
5. Грабовский А., Иванов К., Пущенко Я., 1971.: Регулирование подачи насосов впуском воздуха во всасывающий патрубок// Водоснабжение и санитарная техника. – № 8, 14 – 15.
6. Совершенствование способов очистки мелиоративных водоемов эжекторно-землесосными снарядами, 2007.: Дис... канд. техн. н./Уржумов Д.В. – Новочеркасск. – 142.
7. Совершенствование технологии и средств очистки каналов от наносов одноковшовыми гидравлическими экскаваторами, 2002.: Дис... канд. техн. н./ Кабанов О.В. - Саратов. – 157.

8. Лабораторный курс гидравлики, насосов и гидропередат.: учеб. Пособие., 1974.: / Под ред. С.С. Руднева и др. - М.: Машиностроение. - 416

9. Чугаев Р., 1970.: Гидравлика. - Л.: Энергия. -256.

10. Идельчик И., 1992.: Справочник по гидросопротивлениям. – М.: Машиностроение. - 564.

11. Пособие к СНиП 2.04.02-84., 1990.: Проектирование сооружений для забора поверхностных вод. – М.: Стройиздат. - 220.

12. ВСН 33-2.2.12-87., 1988.: Насосные станции. Нормы проектирования. - М.: Минводхоз СССР. - 162.

13. СНиП 2.06.01-86. Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования. – М.: Стройиздат. - 124.

14. Кононенко А., Карпушин М., 2010.: Рабочий режим и особенности формирования подачи эрлифта в условиях переменных притоков гидросмесей// MOTROL. – №12С, 300 – 309.

15. Волынкина Т., Слободянюк В., 2002.: К вопросу описания турбулентных потоков в трубе// Вестник КРСУ. – Вып. 2, 42 - 48.

16. СНиП 2.06.03-85, 1986.: Мелиоративные системы и сооружения. - М.: Минводхоз СССР. – 184.

17. Михайлова Н., 1966.: Перенос твердых частиц турбулентными потоками воды. - Л.: Гидрометеоздат. - 234.

18. Данелия И., 1964.: Водозаборные сооружения на реках с обильными донными наносами. - М.: Колос. - 330.

19. Киселев П., 1961.: Справочник по гидравлическим расчетам. - М.-Л.: Госэнергоиздат. - 350.

20. Шаров И., 1959.: Эксплуатация гидро-мелиоративных систем. - М.: . Сельхозгиз. - 505.

THE ADAPTATION FOR SELF-CLEANING SOAKING UP PIPELINES OF PUMP STATIONS FROM SILT

Summary. the method of self-cleaning of soaking up pipelines of pump stations Is submitted by means of the device creating a turbulent stream at walls of the soaking up pipeline.

Key words: заиление; turbulence; the soaking up pipeline; pump station.

PUMPING EQUIPMENT EFFECTIVENESS INCREASE BY MEANS OF EJECTOR APPLICATION AS PRELIMINARY STAGE FOR HIGH-SPEED PUMP UNITS

Alexander Gulyi, Anastasiia Kobyzska

Sumy State University

Adres: Ukraine, 40007, Sumy, Korsakova St., 2. e-mail: kobyzska@mail.ru

Summary. The efficiency of ejectors application as preliminary stage for high-speed dynamic pumps is regarded in the given article. The research was carried out for two different types of pumps by simulation in Ansys CFX program package. It was concluded that main characteristics of pumps are improving when using ejectors as preliminary stage, i.e. these booster pumps application efficiency was proved.

Key words. Ejector, high-speed pump, booster pump, jet device.

INTRODUCTION

Cavitation control for pumps and other hydraulic machines is of great importance, because cavitation leads to fast destruction of hydraulic flow part elements and their reliability decrease. That is why cavitation problem and its overcome techniques appeared practically simultaneously with pump units appearance of the modern interpretation.

These techniques may be classified into three main groups for vane pumps [2]:

Geometric head increase before pump – fluid collectors lift or pump penetration from several meters to several dozens meters.

Pump modernization – inlet funnel expansion, preliminary screws installation, input flow partition into two parallel flows.

Additional preliminary pumps of different types installation at the inlet of the main pump.

As a rule, centrifugal pumps with reduced rotational speed and electro or turbo drive from pumping medium of the main pump outlet or its first stage are used as booster pumps [12]. The booster pump may be combined with the main pump in one casing for turbo variant.

PRIOR ART

Theoretically, jet pump (ejector) or jet device may be used as booster pump. The main advantages are simplicity, reliability and durability because of moving parts absence. The main disadvantage is low efficiency. That is why jet pumps are not widely used for different branches of industry.

However, according to some facts, jet pumps are used as booster pumps for power turbo-pump units in rocket technology and for borehole pump units of low productivity. Besides, there are volume theoretical works of this subject [10].

Effectiveness estimation of jet pump application as booster pump is presented by means of two centrifugal multistage pumps at this paper. One of them is a perspective analog of PE580-185 with rotational speed 9000rev/min, causing cavitation characteristic

degradation and requiring additional 60m head back-up and another is an ammoniac ten-stage pump with parameters 10m³/h and 100m for heat pump of 100kW with low geometrical height of condenser-pump column. Head back-up of 2 m is required for this pump.

JET DEVICE CALCULATION TECHNIQUE

The first part of the work consists of effectiveness analysis of the various booster pump feed circuits – tuning on for total or partial head from intermediate stages. Calculations were carried out according to the technique [1], the results are given in the tables and in the figures.

Calculated values of necessary fluid circulation flow for the booster pump feed during head variation at the expense of different stages discharge connection are given at the following table.

Table 1. The Booster Pump Calculation for the Four-Stage Boiler-Feed Pump.

Fluid Bleeding Stage	Relative Head, m	Ejector Flow, m ³ /h	Power, kW	Useful Power, kW	Ejector Efficiency
1	0,12	168	229	95	0,41
2	0,06	128	347	95	0,27
3	0,04	99	403	95	0,24
4	0,03	87	474	95	0,2

Obviously, flow of 168m³/h is required for the first stage feed and flow of 87m³/h is required for the last stage feed. However, energy effectiveness is worse for the last stage in spite of low flow. Required power equals 229kW and 474kW respectively. Intermediate results were obtained for intermediate stages. Thereby, booster jet pump connection to the first stage of the main pump is more effective for the given example. It is necessary to mention that useful hydraulic power of the jet pump equals 95kW, that corresponds to the efficiency higher than 40%. It is a bit lower than the efficiency of preliminary turbo pump unit, which equals about 50% for the pump and the turbine efficiency of 70%. Although losses will decrease by 40W (about 1%) for the given case.

Table 2. The Booster Pump Calculation Results for the Ten-Stage Ammoniac Pump.

Fluid Bleeding Stage	Relative Head, m	Ejector Flow, m ³ /h	Power, kW	Useful Power, kW	Ejector Efficiency
1					
2					
3	0,133	3,395	0,167	0,065	0,393
4	0,1	2,825	0,185	0,065	0,354
5	0,08	2,53	0,207	0,065	0,316
6	0,067	2,32	0,228	0,065	0,287
7	0,057	2,11	0,242	0,065	0,271
8	0,05	1,93	0,253	0,065	0,259
9	0,044	1,78	0,262	0,065	0,25
10	0,04	1,71	0,28	0,065	0,234

The same pattern is for the ammoniac pump too. Unfortunately, there is no necessary data for withdraw from the 1st, 2nd and 3rd stages calculation in the literature. Variant for the 3rd stage was calculated by means of extrapolation. Booster feed from the minimal stage (the 3rd stage) is the most effective according to the calculations. Preliminary stage efficiency equals about 40%. The given scheme is very effective because losses are about 0,1% of the heat pump power value in spite of the fact that power losses equal 100W or 5% of the pump power. The main requirements for the heat pump are high reliability, resource and minimal service.

The given device calculation technique by means of the Ansys CFX [4, 5] program package was developed and test calculation with optimization for both pump types was carried out, because jet devices application effectiveness was proved.

JET DEVICES FLUID FLOW NUMERIC SIMULATION TECHNIQUE

The prime target of numerical calculations is jet device inspection for cavitation absence, which was implemented by means of accurate probing of

jet leaving nozzle and main fluid volume primary contact area. This work was implemented in several stages.

Fluid density was accepted as constant value for calculation. Stream line simulation was implemented by means of Reynolds equation and the range of turbulence models (k-ε, SST etc.) was applied for the calculation [18].

3D models of jet devices working fluid bodies for boiler-feed and ammoniac pumps correspondingly were created by means of SolidWorks Program Software on the first stage.

Calculation data preparation was implemented and computational grid (fig.1 and fig.2) was created by means of Ansys ICEM CFD Program Software [4, 5] on the second stage. The grid has the following parameters: global mesh size – 0.01mm, amount of all mesh elements – 4millions 600 thousand.

Prism mesh was created for necessary description of boundary layer near jet device solid walls. The prism mesh parameters are: the first prism mesh height – 0.001mm, geometric progression exponent – 1.2, amount of prism mesh layers – 5.

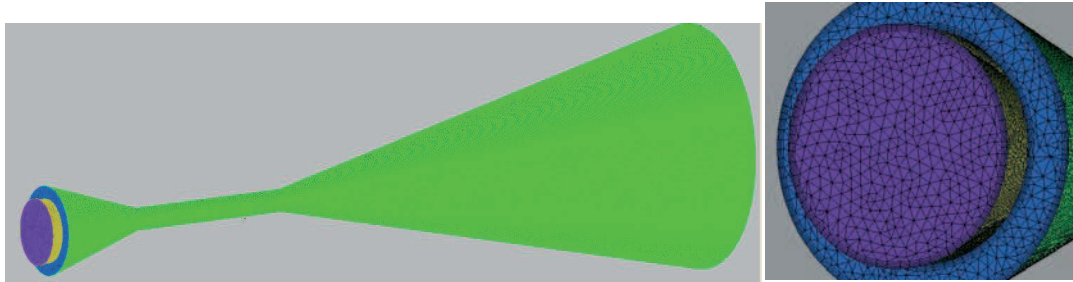


Fig. 1. Computational Grid of Jet Device Model for Ammoniac Pump.



Fig. 2. Computational Grid of Jet Device Model for Boiler-Feed Pump.

Numerical experiment was carried out on the third stage. Numerical experiment was carried out by means of stationary statement for single-phase fluid [15]. Pressure in the inlet and velocity in the outlet were set as boundary conditions. Fluid flow pattern, velocity and pressure distribution in the working fluid body were obtained by means of the given calculation.

Obtained data analysis and visualization were the fourth stage. Nozzle position optimum parameters and ejector geometric sizes were defined by means of visualization and obtained static pressure.

Optimization problem of nozzle diameter and its axial position definition was solved within the scope of this problem. Optimum parameters are correspondingly: nozzle diameter – 16mm and it is 40mm remote from mixing chamber for ammoniac pump, nozzle diameter – 25mm and it is 200mm remote from mixing chamber for boiler-feed pump.

Streamlines in the working fluid body (fig.3 and fig.4) were obtained, besides hydrostatic pressure distribution contours of all construction elements for optimum variants of jet device for every pump type (fig.5 and fig.6) were obtained too.

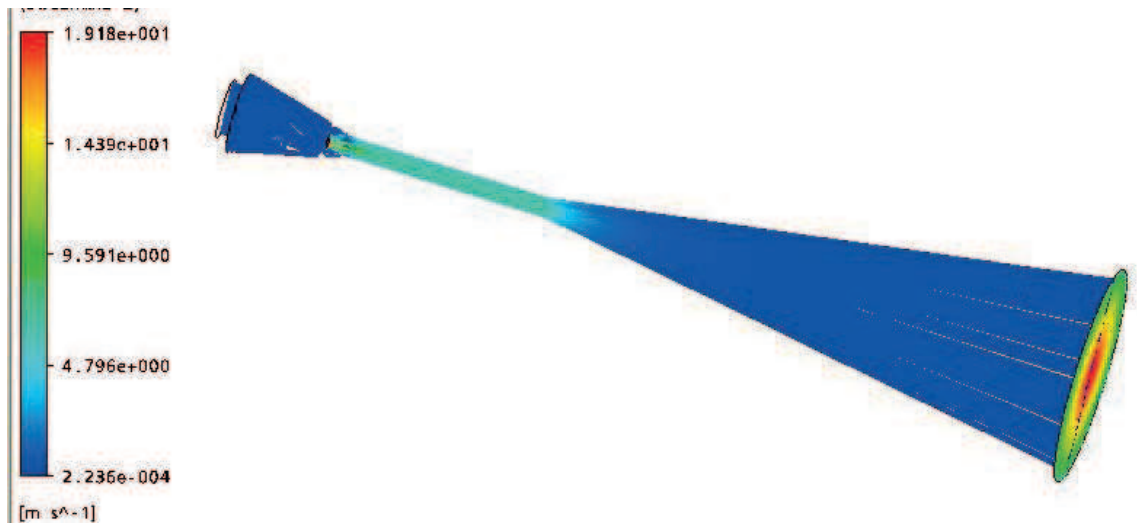


Fig. 3. Lines of Absolute Velocity Fluid Flow in Jet Device of Ammoniac Pump.



Fig. 4. Lines of Absolute Velocity Fluid Flow in Jet Device of Boiler-Feed Pump.

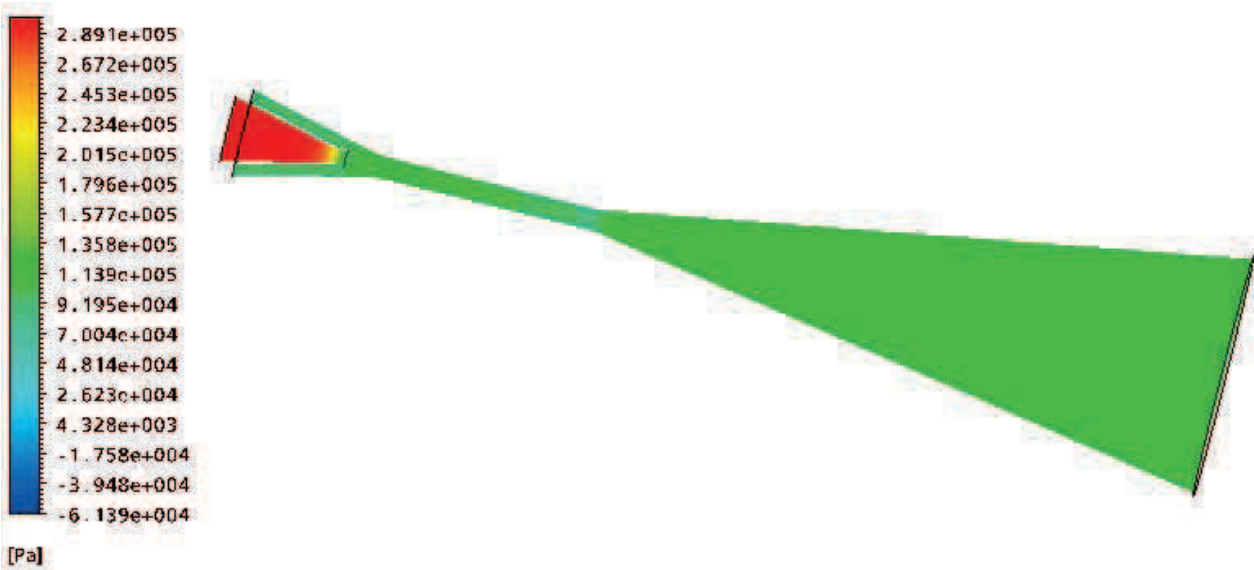


Fig. 5. Hydrostatic Pressure Distribution Pattern in Jet Device of Ammoniac Pump.



Fig. 6. Hydrostatic Pressure Distribution Pattern in Jet Device of Boiler-Feed Pump.

CONCLUSIONS

Obtained integral results comparison with analytical and experimental researches results, obtained by B. Lyamayev [1] and Y.Sokolov [3], allows to draw a conclusion about developed calculation technique ade-

quacy and possibility of its introduction to computational-engineering practice. Jet device geometrical parameters optimization possibility was inspected for the highest effectiveness achievement using the given

technique. Nozzle diameter and its axial location were optimized as the first approximation. Multifactor optimization is a very labour-intensive task and will be solved in the following researches.

According to the above-mentioned material, it is obvious that the work continuation with numerical and physical experiment implementation is reasonable.

REFERENCES

1. Лямаев Б., 1988.: Гидроструйные насосы и установки. - Л.:Машиностроение. - 256.
2. Михайлов А., Малюшенко В., 1977.: Лопастные насосы. – М.: Машиностроение. – 288.
3. Соколов Е., Зингер Н., 1989.: Струйные аппараты. – М.: Энергоатомиздат. - 352.
4. ANSYS CFX 11.0, 2008.: Solver Theory. Release 11.0 [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.ansys.com>.
5. Lymer A., 1999.: An engineering approach to the selection and application of mechanical seals// 4th Int. Conf. on Fluid Sealing, USA, 30 - 32.
6. Zuchao Z., 2000.: Theoretical study and engineering implementation of superlow-specific-speed high-speed centrifugal pumps// Journal of Mechanical Engineering. - №36(4), 30 – 33.
7. Анурьев В., 1978.: Справочник конструктора – машиностроителя. В 3-х т., т3. – М.: Машиностроение. – 559.
8. Марцинковский В., Ворона П., 1987.: Насосы атомных электростанций. – М.: Энергоатомиздат. – 256.
9. Ломакин А., 1966.: Центробежные и осевые насосы. – М.: Машиностроение. – 364.
10. Feldle G., 1995.: Einflub der Gesamtkostenbetrachtung auf die Entwicklung einer neuen Gliederpumpenbaureihe //KSB Technische Berichte. - №20, 50 – 55.
11. Овсянников Б., Яловой Н., 1992.: Моделирование и оптимизация характеристик высокооборотных насосных агрегатов. – М.: Машиностроение. – 256.
12. Руднев С., 1958.: Баланс энергии в центробежном насосе// Химическое машиностроение. – № 3, 17 – 26.
13. Боровский Б., 1989.: Энергетические параметры и характеристики высокооборотных лопастных насосов. – М.: Машиностроение. – 184.
14. Кочевский А., Неня В., 2003.: Современный поход к моделированию и расчету течений жидкости в лопастных гидромашинах// Вісник СумДУ. – №13 (59), 178 – 187.
15. Zangeneh M., 2007.: Advanced design software for pumps / M. Zangeneh // WorldPumps. – June, 28 – 31.
16. Хитрых Д., 2007.: ANSYS Turbo: Сквозная технология проектирования лопаточных машин // ANSYS Solution : (русская редакция). – №6, 31–37.
17. Хитрых Д., 2005.: ANSYS Turbo: Обзор моделей турбулентности// ANSYS Solution : (русская редакция). – № 1, 9 – 11.
18. Kang S, Hirsh C., 2001.: Numerical simulation and theoretical analysis of the 3D viscous flow in centrifugal impellers// Task Quarterly. – № 4, 433–458.
19. Brennen C., 1994.: Hydrodynamics of pumps. - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://caltechbook.library.caltech.edu/22/1/pumps.htm>.
20. Kalinkevich N. and oth., 2008.: Theoretical and experimental investigations of return channels of turbomachines// MOTROL. – №10A, 71 – 80.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЖЕКТОРОВ НА ПОДВОДЯЩИХ ПАТРУБКАХ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ НАСОСОВ

Аннотация. В данной статье рассматривается эффективность эжекторных подводов в качестве предварительная ступеней в быстроходных динамических насосах. Исследование осуществлялось для двух различных видов насосов моделированием в пакете программы ANSYS CFX. Было заключено, что главные характеристики насосов улучшаются, при использовании эжекторов в качестве предварительной стадии.

Ключевые слова: Подвод, быстроходный насос, эжектор, реактивное устройство.

ПРОДЛЕНИЕ «ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА» ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА – ОСНОВНОЙ КРИТЕРИЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СКВОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШТАМПОВ

Геннадий Клещев, Леонид Коломиец

Одесская государственная академия технического регулирования и качества
Адрес: Украина, 65021, г. Одесса, ул. Кузнечная, 15.

Аннотация. Рассматривается сокращение времени проектирования и изготовления деталей штампов в результате применения интегрированной адаптивной сквозной компьютерной технологии подготовки производства, а также новая технология продления «жизненного цикла» штампов.

Ключевые слова: адаптация, сквозная компьютерная технология, новая технология производства, «жизненный цикл» штампов.

ВВЕДЕНИЕ

В современном производственном процессе холодная листовая штамповка является одним из наиболее распространённых методов, который позволяет:

1. Изготавливать самые разнообразные по форме детали в короткие сроки с минимальными затратами.

2. Обеспечивать удельный вес штампуемых деталей для основных отраслей промышленности до 60% до 85%.

3. Обеспечивать применение холодной листовой штамповки кроме серийного, а также в мелкосерийном и единичном производствах.

В тоже время при единичном (индивидуальном) или мелкосерийном производстве вопросы стоимости и экономичности занимают основное место в рыночных отношениях. От серийности и количества выпускаемой продукции значительно зависят и вышеуказанные показатели.

В связи с этим возникла необходимость в технически гибких механизмах и системах управления, позволяющих повысить производительность при мелкосерийно производстве, для которых традиционные методы автоматизации непригодны.

Тенденция роста рынка к мелкосерийному (единичному) производству изделий заставила многих производителей обращаться к более гибким методам обработки, позволяющим чаще перестраивать производство, затрачивая на это минимум времени и трудозатрат.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Рассмотренные последние публикации и в них исследования носят демонстрационный характер [1] с относительным приближением к реальному проектированию и изготовлению штампов.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сокращение времени проектирования и трудовых затрат изготовления деталей штампов, а также внедрение новой технологии производства и продление «жизненного цикла» штампов.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ.

Учитывая изложенное разработана и исследована модель интегрированной сквозной адаптивной компьютерной технологии управления подготовкой производства (ИСАК ТУПП) и изготовления деталей штампов [3] представлена на рис.1. Методика исследования апробирована в процессе опытно - промышленного внедрения.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

ИСАК ТУПП работает следующим образом. На вход подаётся чертёж штампуемой детали заказчика. Чертёж заказчика кодируется по инструкции и передаётся в интегрированную систему автоматизированного проектирования штампов [10,11,12,13,14,19]. Интегрированная система состоит из: системы «Вход»: контроль исходного задания с визуальной проверкой на Плоттере (Выход I); системы «Раскрой»: чертежи раскроя (уклада) контуров деталей заказчика и сведения технологического характера; системы «Конструктор»: информация о спроектированных деталях штампа (чертежи); система «Технолог»: информация для автоматизированной разработки управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ, (технологические карты); система «Сапфир» или CALS-технология для разработки УП [1,2,4,5,6].

Производственный блок по изготовлению штамп-полуфабрикатов: блоков и пакетов и доработки пакетов (формообразующего инструмента и сопрягаемых деталей) по детали заказчика (Выход II).

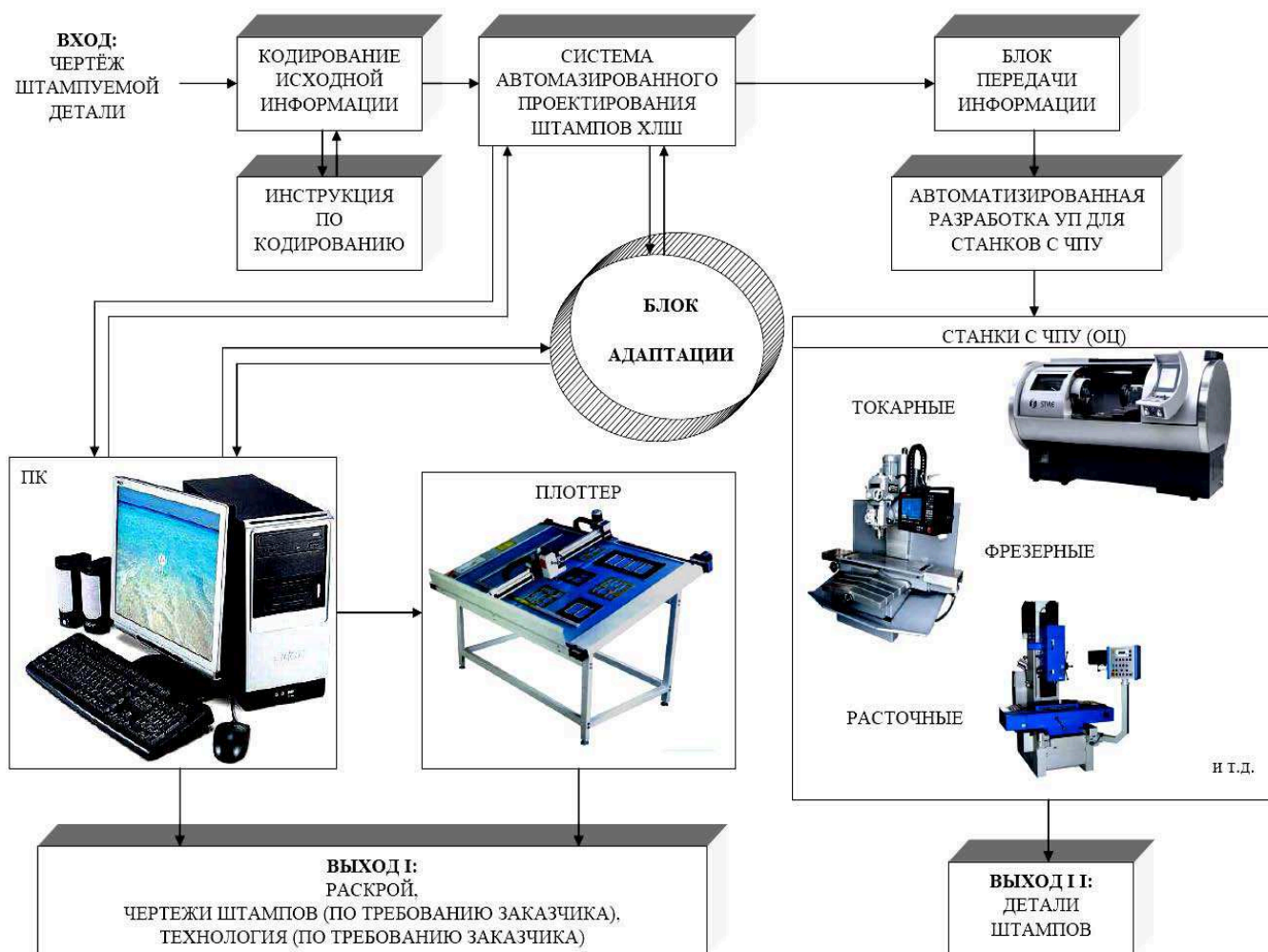


Рис. 1. Модель интегрированной сквозной компьютерной технологии
 Fig. 1. Model of computer-integrated through computer technology

В производственных условиях возникают непредвиденные «изменения производственных условий» по: материалу, конфигурации детали заказчика, размерам детали и т.п. Без учёта этих «изменений» система работает не гибко. Для учёта этих производственных изменений в ИСК ТУПП разработан «Блок адаптации» (см. Рис.2), который функционирует следующим образом. При работе ИСК ТУПП без изменений, информация (x) о детали заказчика поступает на «Вход»- «Блока адаптации» и передаётся в основной блок №1 и далее в блок №1.1- управления, который управляет рабочими блоками: 1.2.1- блок таблиц кодированных сведений (ТКС), 1.2.2- блок раскроя (БР) штампуемой детали в полосу, 1.2.3- блок конструирования (БК) деталей штампа, 1.2.4- блок технологии (БТ) на спроектированные детали штампа, 1.2.5- блок разработки управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ, 1.2.6- блок изготовления деталей (БИД) штампа[].

В том случае, когда возникают производственные условия, отличные (Блок №4- (БИПУ) блок изменений производственных условий) от тех на которые настроена «сквозная компьютерная технология...», срабатывает блок №2- блок адаптации с учителем.

Блок №2- адаптации с учителем, состоящий из: блока 2.1.1- «Сравнения, распознавания и оценивания», блока 2.1.2- «Нормативно – справочной информации», блока 2.1.3 – «Программного поля восприятия» блок 2.1.4 -«Алгоритмов адаптации», блок 2.1.5 – «Знаний». Блок №2- адаптации с учителем при помощи блоков: распознавания образов, нормативно- справочной информации, блока знаний- десятилетиями накопленного опыта принимает решение и передаёт свою информацию пользователю, который принимает окончательное решение и передаёт через (вектор d) в блок №1- управления. Блок №3- блок обработки информации (БОИ) и блок №5- блок ПЭВМ являются вспомогательными.

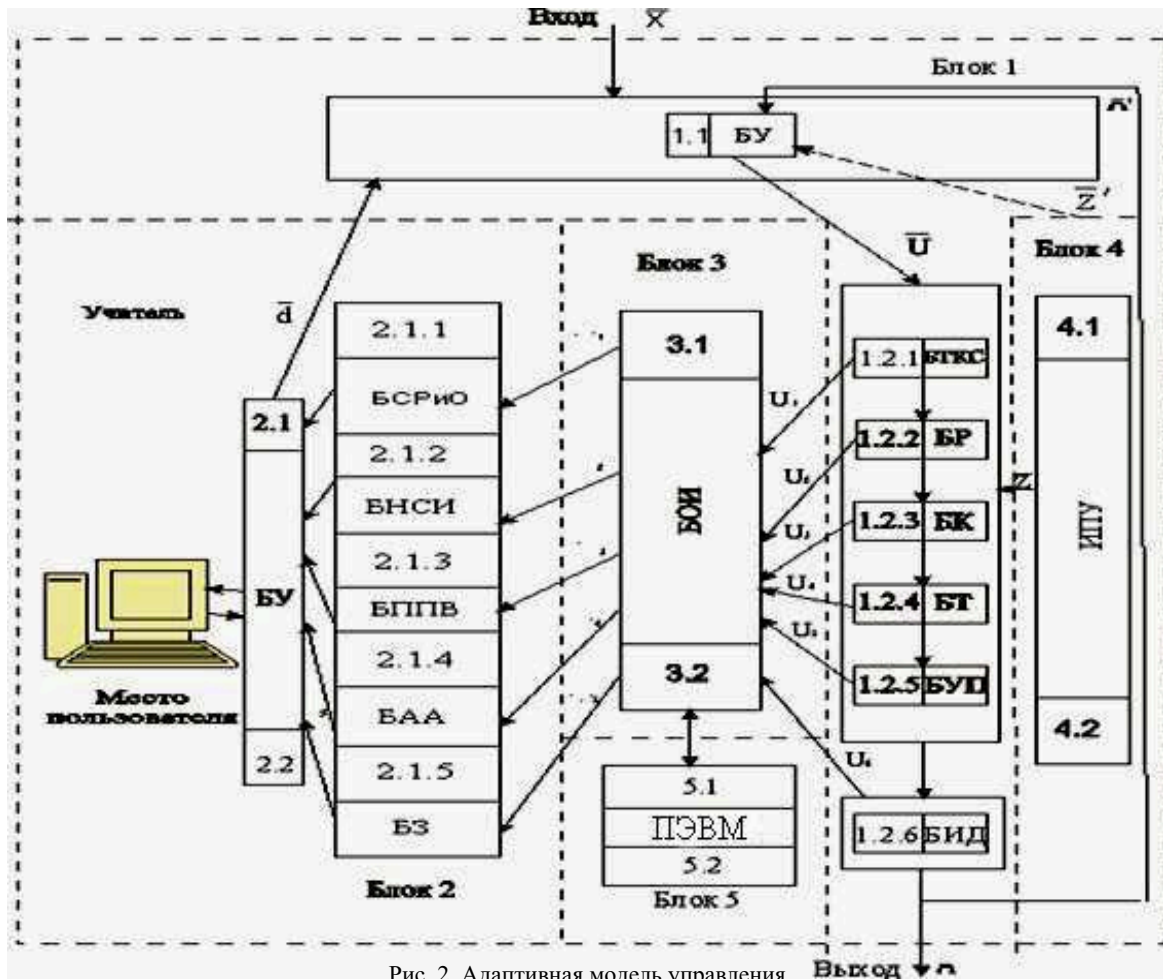


Рис. 2. Адаптивная модель управления
Fig. 2. The Adaptive case frame

При синтезе оптимальной структуры системы управления производством наиболее эффективным является применение теоретико-множественного подхода [2,20]. Данный подход обеспечивает возможность наиболее полно наделять полученные конструкции конкретными математическими структурами и предельно обобщенно подойти к проблеме описания сложных систем, к которым относятся системы управления производством. Иерархическая - уровневая система вектора управления в ИСК ТУПП, представляет собой совокупность векторов [3,4,7,15,17,18]: деталей штампов

$$U = (X, Z, \Omega, \varphi, \psi) \quad (1)$$

где X - множество состояний системы, которая является декартовым произведением множеств входа:

$$X = \prod_{i=1}^n X_i \quad (2)$$

Множество Z управлений внешних воздействий, промежуточных воздействий ω и множество выходных воздействий Ω являются множествами отображений:

$$\forall z \in Z \quad Z = \prod_{i=1}^n Z_i \quad Z : X \rightarrow X,$$

$$\forall \omega \in \Omega \quad \omega : X \rightarrow X \quad \Omega = \prod_{i=1}^n \Omega_i$$

Любой из векторов состоит из N -го количества составляющих, например, $S = (s_1, s_2, \dots, s_n)$ и т.д.

Причем:

$$Z = \prod_{i=1}^n Z_i, \quad \Omega = \prod_{i=1}^n \Omega_i, \quad \text{так что}$$

$$z(x) = (z_1(x_1), z_2(x_2), \dots, z_n(x_n)), \quad (3)$$

$$\Omega(\delta) = (\Omega_1(\delta_1), \Omega_2(x_2), \dots, \Omega_n(x_n))$$

для всех $x = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in X$, где

$$z_i \in Z_i : X_i \rightarrow X_i, \quad \Omega_i \in \Omega_i : X_i \rightarrow X_i.$$

Будем полагать, что множества Z_i и Ω_i содержат элемент \wedge такой, что $\wedge(x) = x$, для всех $x \in X_i$ и для $i = 1, 2, \dots, n$ $\varphi : X \rightarrow P(X)$, $\psi : X \rightarrow P(Z)$,

где $P(\bullet)$ - совокупность всех непустых подмножеств, множества m , φ и ψ являются диагональными произведениями

$$\varphi = \Delta_{i=1}^n \varphi_i, \psi = \Delta_{i=1}^n \psi_i \text{ отображений}$$

$$\varphi_i : X \rightarrow P(X_i), \psi_i : X \rightarrow P(Z_i), (i = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

Так что для каждого $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$

$$\varphi(\delta) = \prod_{i=1}^n \varphi_i(x), \psi(\delta) = \prod_{i=1}^n \psi_i(x),$$

где $\varphi_i(x)$ определяются значениями многозадачных отображений

$$\varphi_{ki} : X_k \rightarrow P(X_i), (k = 1, 2, \dots, n)$$

как первое непустое множество в последовательности

$$A_n \subseteq A_{n-1} \subseteq \dots \subseteq A_1, A_m \bigcap_{k=1}^m \varphi_{ki}(x_k),$$

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

Аналогично $\psi_i(x)$ – первое непустое пересечение.

Таким образом, иерархическую систему (1) можно рассматривать как систему, состоящую из n -уровней ($i=1, 2, \dots, n$)

$$U_i = (X_i, Z_i, \Omega_i, \{\varphi_{ij}\}, \{\psi_{ij}\}_{1 \leq j \leq n}) \quad (5)$$

С учётом приведенных составляющих управляющий вектор U примет вид:

$$U = F(A, X) \text{ или } A = (\varphi, \psi, Z, D, \Omega), \quad (6)$$

где A - адаптивная управляющая процесса

$$U = F(X, \varphi, \psi, Z, D, \Omega) \quad (7)$$

Это позволяет в основном адаптироваться к изменяющимся производственным условиям. И «сквозная компьютерная технология...», в большинстве случаев, работает без отказов. В противном случае задание снимается для доработки в стационарных условиях.

Предлагается новая технология производства штампов в Украине. Научная новизна новой технологии заключается в теоретических и математических основополагающих работах авторов данной статьи, перечисленных в использованной литературе. Производственный процесс включает два предприятия - дублера (на случай срыва производственного процесса на одном из них), информационно связанных между собой и осуществляющих как проектирование, так и изготовление штампов в металле при помощи ЭВМ и станков с ЧПУ, использующих систему баз данных и знаний (СБД 3). По

новой технологии заводам – изготовителям выдаются заказы на проектирование и изготовление, а заводам – заказчикам выдаются штампы в металле со штампами – дублерами без комплектов чертежей и технологических карт на детали штампов. В процессе эксплуатации штампы изнашиваются (выходят из строя) и заменяются штампами – дублерами. Штампы, требующие ремонта (продление «жизненного цикла» штампов), не ремонтируются на заводах заказчиков, а отправляются на предприятия – дублеры изготовители штампов, для централизованного ремонта [16]. Предприятия – дублеры производят ремонт вышедших из строя штампов. В результате предприятия – дублеры высвобождают десятки конструкторов и технологов, готовивших документацию для заказчика, Заказчик тоже высвобождает десятки конструкторов и технологов, а также рабочих высокой квалификации, т. е. не производит ремонт у себя.

ВЫВОДЫ

Рассмотренная концепция интеллектуальной интегрированной адаптивной сквозной системы подготовки производства и гибкое производство наиболее выгодно в индивидуальном, мелкосерийном и серийном производстве, которое охватывает сейчас до 85 % и более всего производства сельхозмашин и приборостроения. Представленная в статье адаптивная модель и алгоритмы автоматизированного синтеза структуры и управления гибкими производственными системами, а также новая технология производства штампов обеспечивают снижение временных, трудовых и стоимостных затрат, повышают эффективность и качество штампов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. Украины №48027, 2010.: Метод інтегрованої наскрізної підготовки виробництва та виготовлення деталей штампів /В.Квасников, Л. Коломиец, Г. Клещев и др. - Бюл.№5.
2. Клещев Г., 2008.: Математическая модель автоматизированной интегрированной системы подготовки производства штампов ХЛШ/Г. - Одеса.: Вісн. ОДАБА. – вип. №29, 136 - 143.
3. Клещев Г., 2010.: Адаптивна наскрізна комп'ютерна технологія управління підготовкою виробництва та виготовлення деталей штампів на базі штамп - напівфабрикатів. – Одеса: Наука і техніка. - 283.
4. Богач А. и др., 2005.: Математическая модель теоретических основ создания автоматизированных интегрированных систем сельхозпроизводства// MOTROL. - №7, 200 - 204.

5. Клещев Г., 2006.: Информационный интегрированный промышленный комплекс с экономической системой управления в сельхозпроизводстве// MOTROL. - №8А, 158 - 167.
6. Клещев Г., 2008.: Интегрированная система механообработки с смешанным гибким производством вырубных штампов ХЛШ// MOTROL. - №10В, 54 - 58.
7. Клещев Г., 2008.: Точность измерений- основной фактор качества изготовления штампов в сельхозпроизводстве// MOTROL. - №10А, 191 - 196.
8. Клещев Г. и др., 2009.: Стан проблеми стандартизації і уніфікації при проектуванні штампов холодної листової штамповки// MOTROL. - №11А, 190 - 192
9. Клещев Г., 2010.: Наскрізна комп'ютерна технологія керування підготовкою виробництва штампов ХЛШ на базі стандартизованих та уніфікованих штамп-напівфабрикатів у сільгоспвиробництві// MOTROL. Том 12С, 54 – 58.
10. Добровольская М., 2009.: Компас-штамп – новая технология автоматизированного проектирования штампов// САПР и графика, 1 - 3.
11. Хараджиев А., 2000.: Комплексная автоматизация подготовки производства на базе СПРУТ – технологии// САПР и графика, 41 - 44
12. Евдокимов С., 2005.: Автоматизированное проектирование конструкций штампов для листовой штамповки// Вестник компьютерных и информационных технологий. - №5, 89 - 99.
13. Справочник конструктора штампов, 1988: Листовая штамповка. - М.: Машиностроение. - 496.
14. Рыбаков А., 2001.: Создание автоматизированных систем в машиностроении. - М.: Изд-во Станкин. - 157.
15. Клещев Г., 2008.: Фрагменты создания математической модели интегрированной системы производства штампов ХЛШ// Вісник інженерної Академії України. - Вип. 2, 237 - 240.
16. Клещев Г., 2009.: Економія площин за рахунок застосування роторного способу виробництва і облік погрешностей устаткування при виготовленні деталей штампов ХЛШ// Одеса: Вісник ОДАБА. - Вип. № 34, 386 - 394.
17. Клещев Г., 2009.: Адаптивна модель управління стандартизованою підготовкою виробництва штампов в сільгоспвиробництві. // Одеса: Зб. наук. пр. ОДАУ. – вип. 48, 41 - 45.
18. Клещев Г., 2011.: Исследование станочных погрешностей в условиях производства деталей штампов в среде адаптивной сквозной компьютерной технологии// Кировоград: Зб. КНТУ. Техніка в сільському господарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. - Вип. 24, 62 - 67.
19. Клещев Г., 2011.: Интегрированная адаптивная сквозная компьютерная технология механообработки деталей штампов холодної листовой штамповки // Київ: Зб. наук. пр. військового інституту Київського національного університету ім. Т. Шевченка. - Вип. №30, 110 - 114.
20. Клещев Г., 2011.: Интеллектуальная адаптивная сквозная компьютерная технология механообработки деталей штампов// Харків: Системи обробки інформації. Метрологія та вимірвальна техніка. - Вип. 6 (96), 225 - 228.

LAST OF LIFE CYCLE OF STAMP INSTRUMENT IS BASIC CRITERION OF COMPUTER-INTEGRATED THROUGH SYSTEM OF AUTOMATION OF PROJECT STAMPS

Summary. We consider reduction of time of planning and making of details of stamps as a result application of computer-integrated adaptive through computer technology of pre-production, and also new technology of extension of «life cycle» of stamps.

Key words: adaptation, through computer technology, new technology of production, «life cycle» of stamps.

СОДЕРЖАНИЕ

Павел Андренко, Ольга Панамарева ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ГИДРОАГРЕГАТЕ ПИТАНИЯ ГИДРОСИСТЕМ.....	3
Zelman Finkelstein, Zinon Vasilechko, Majid Asadi NEW POSIBILITIES FOR IMPROVING RELIABILITY OF HYDRAULIC EQUIPMENT WITH THE HELP OF HYDRODYNAMIC CLEANING	10
Александр Морозов, Николай Хабрат, Эрвин Умеров ОБОСНОВАНИЕ И МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ САМОНАТЯЖНОЙ РЕВЕРСИВНОЙ КЛИНОРЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ	16
Юлия Ревякина МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕГЕНЕРАЦИИ ВОЗДУХА В УБЕЖИЩАХ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ.....	21
Эльдар Меннанов, Азиз Абдурахманов, Николай Шевченко УСИЛЕНИЕ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АРМАТУРЫ КЛАССА А500С ВЫПОЛНЕННЫХ НА СТАЛЬНОЙ СКОБЕ.....	26
Геннадий Ажермачев, Азиз Абдурахманов, Эльмар Меннанов ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОПОГЛОТИТЕЛЯ КОЛЬЦЕВОГО ТИПА НА ЗНАКОПЕРЕМЕННЫЕ НАГРУЗКИ	28
Сергей Уминский, Анатолий Яковенко ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ ДИСПЕРГИРОВАНИЕ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ НАГАРООБРАЗОВАНИЯ.....	34
Умер Абдулгасис, Азиз Абдулгасис, Михаил Подригало, Александр Полянский, Надежда Подригало. МЕТОД ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЯ И ТРАНСМИССИИ.....	37
Виталий Морозов РАБОТА ЛИЦЕВОЙ МЕМБРАНЫ МЕМБРАННОЙ ПОДПОРНОЙ СТЕНКИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УГЛАХ НАКЛОНА.....	42
Елена Морозова СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ СРЕДНЕЙ ЭТАЖНОСТИ.....	47
Людмила Зайченко, Инна Синежук АНАЛИЗ РЕАЛЬНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В ЖИЛИЩНОМ ФОНДЕ.....	54
Вячеслав Лесной, Леонид Слѐз, Надежда Кенджаева ПРИМЕНЕНИЕ ГЛУБИННОГО ПНЕВМОПАТРОНА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН.....	58

Сергей Уминский, Анатолий Яковенко ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА.....	64
Сергей Уминский, Илья Николенко ФОРМИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ БИОТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ЭТЕРИФИКАЦИИ КОМПОНЕНТОВ.....	71
Ирина Елькина СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ОГНЕЗАЩИТЫ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ И АКТУАЛЬНЫЕПРОБЛЕМЫ	75
Наталья Ветрова ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В УПРАВЛЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ РЕГИОНА	80
Елена Валкина, Светлана Вернези, Илья Николенко ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ И ГИГИЕНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ: ПУТИ ПОПАДАНИЯ, МОНИТОРИНГ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ.....	86
Анна Муровская ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ТЕПЛОАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРИМОРСКИХ ГОРОДОВ (на примере г. ФЕОДОСИЯ).....	92
Александр Холопцев, Катерина Дремух, Алис Абибуллаева ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ СЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КОНЦЕНТРАЦИЙ БИОГЕНОВ В ВОДАХ РЕКИ ЮЖНЫЙ БУГ, ПОСТУПАЮЩИХ В ТАШЛЫКСКИЙ ВОДОЕМ- ОХЛАДИТЕЛЬ ЮЖНО-УКРАИНСКОЙ АЭС, НА ЗАГРЯНЕНИЕ ЕГО ВОД МЕДЬЮ.....	97
Александр Холопцев ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР ПОВЕРХНОСТНЫХ ТЕЧЕНИЙ ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ ЗЕМЛИ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ГЛОБАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ОКЕАНИЧЕСКОГО КОНВЕЙЕРА ПРИ СОВРЕМЕННОМ ПОТЕПЛЕНИИ КЛИМАТА.....	104
Михаил Сукач ПРОБЛЕМЫ ДОБЫЧИ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ СО ДНА МИРОВОГО ОКЕАНА.....	114

Михаил Сукач, Юрий Филонов СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЦЕЛЕВОГО РЕЗАНИЯ ГРУНТА ПОД ГЕОСТАТИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ.....	120
Марина Абрамова, Юрий Штонда РЕГИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В АР КРЫМ.....	126
Stanisław Sosnowski, Grzegorz Zagula, Miłosz Zardzewiały THE ECONOMIC AND ENERGY EFFICIENT OF SELECTED TECHNOLOGY OF SUGAR BEET PRODUCTION.....	131
Геннадий Куликов, Альбина Казьмина, Нина Кондратьева ЗАДАЧИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ХАРАКТЕР РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛИЩА.....	137
Владимир Стоянов, Февзи Акимов, Виктор Стоянов ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МАЛОГАБАРИТНЫХ УБЕЖИЩ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ.....	140
Эскандер Бекиров, Кирилл Стрижаков. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ В СОВМЕЩЕННОЙ СИСТЕМЕ С ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ.....	146
Игорь Головки, Роман Захаров ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ САМООЧИСТКИ ВСАСЫВАЮЩИХ ТРУБОПРОВОДОВ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ОТ ЗАИЛЕНИЯ.....	151
Alexander Gulyi, Anastasiia Kobyzska, PUMPING EQUIPMENT EFFECTIVENESS INCREASE BY MEANS OF EJECTOR APPLICATION AS PRELIMINARY STAGE FOR HIGH-SPEED PUMP UNITS.....	158
Геннадий Клещев, Леонид Коломиец ПРОДЛЕНИЕ «ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА» ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА – ОСНОВНОЙ КРИТЕРИЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СКВОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШТАМПОВ.....	164

Attention authors

Editors of the „Motrol” magazine of the Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture would like to inform both the authors and readers that an agreement was signed with the Interdisciplinary Centre for Mathematical and Computational Modelling at the Warsaw University referred to as “ICM”. Therefore, ICM is the owner and operator of the IT system needed to conduct and support a digital scientific library accessible to users via the Internet called the “ICM Internet Platform”, which ensures the safety of development, storage and retrieval of published materials provided to users. ICM is obliged to put all the articles printed in the “Motrol” on the ICM Internet Platform. ICM develops metadata, which are then indexed in the “Agro” database.

Editors of the “Teka” magazine of the Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture would like to inform both the authors and readers that an agreement was signed with the Interdisciplinary Centre for Mathematical and Computational Modelling at the Warsaw University referred to as “ICM”. Therefore, ICM is the owner and operator of the IT system needed to conduct and support a digital scientific library accessible to users via the Internet called the “ICM Internet Platform”, which ensures the safety of development, storage and retrieval of published materials provided to users. ICM is obliged to put all the articles printed in the “Teka” on the ICM Internet Platform. ICM develops metadata, which are then indexed in the “Agro” database.

Editors of the “Econtechmod” magazine of the Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture would like to inform both the authors and readers that an agreement was signed with the Interdisciplinary Centre for Mathematical and Computational Modelling at the Warsaw University referred to as “ICM”. Therefore, ICM is the owner and operator of the IT system needed to conduct and support a digital scientific library accessible to users via the Internet called the “ICM Internet Platform”, which ensures the safety of development, storage and retrieval of published materials provided to users. ICM is obliged to put all the articles printed in the “Econtechmod” on the ICM Internet Platform. ICM develops metadata, which are then indexed in the “BazTech” database.

Redakcja Teki Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa uprzejmie informuje Autoryw i Czytelnikiyw, ze zostaia podpisana umowa z Interdyscyplinarnym Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego Uniwersytetu Warszawskiego wystkpujNcego pod nazwN „ICM”. A zatem ICM jest wiawscicielem i operatorem systemu informatycznego potrzebnego do prowadzenia i obsiugi naukowej biblioteki cyfrowej dostkpcnej dla uiytkownikiyw poprzez Internet zwanej „PlatformN InternetowN ICM”, ktora zapewnia bezpieczeostwo opracowywania, przechowywania i udostkpcniania przekazywanych materiaiyyw publikacji uiytkownikom. ICM zobowiNzany jest do umieszczania na Platformie Internetowej ICM publikacji drukowanych w Tece. ICM opracowuje metadane, ktore sN indeksowane w bazie danych BazTech.

Redakcja Econtechmodu Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa uprzejmie informuje Autoryw i Czytelnikiyw, ie zostaia podpisana umowa z Interdyscyplinarnym Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego Uniwersytetu Warszawskiego wystkpujNcego pod nazwN „ICM”. A zatem ICM jest wiawscicielem i operatorem systemu informatycznego potrzebnego do prowadzenia i obsiugi naukowej biblioteki cyfrowej dostkpcnej dla uiytkownikiyw poprzez Internet zwanej „PlatformN InternetowN ICM”, ktora zapewnia bezpieczeostwo opracowywania, przechowywania i udostkpcniania przekazywanych materiaiyyw publikacji uiytkownikom. ICM zobowiNzany jest do umieszczania na Platformie Internetowej ICM publikacji drukowanych w Econtechmod. ICM opracowuje metadane, ktore sN indeksowane w Bazie danych BazTech.

СПИСОК РЕЦЕНЗЕНТОВ

Андренко Павел	д.т.н., профессор
Финкельштейн Зельман	д.т.н., профессор
Морозов Александр	к.т.н., профессор
Яковенко Анатолий	к.т.н., профессор
Абдулгасис Умер	д.т.н., профессор
Николенко Илья	д.т.н., профессор
Ветрова Наталья	д.т.н., профессор
Холопцев Александр	д.г.н., профессор
Сукач Михаил	д.т.н., профессор
Красовский Евгений	д.т.н., профессор