



СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

***ДОНБАССКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА***

Выпуск 1 (44) 2015



**Сборник
научных трудов
Донбасского государственного технического
университета**

Collection of Scientific Papers of DonSTU

Сборник
Выходит 1-3 раза в год
Основан в июне 1999 г.
Выпуск 1 (44) 2015

Алчевск
2015

Распространение и тиражирование без официального разрешения ДонГТУ запрещено

УДК 622(06) + 669(06) + 69(06) + 65.011.56 +
621.3 + 33 + 621.3 + 1

**Сборник научных трудов
Донбасского государственного
технического университета**

Сборник

Выпуск 1 (44) 2015

**Основатель:
Донбасский государственный
технический университет**

Для научных сотрудников,
аспирантов, студентов высших
учебных заведений

Язык издания :
русский, украинский и английский

Формат 60×84¹/₈.
Усл. печат. л. 7,7
Зак. № 14/2015
Тираж 50 экз..

Издательство не несет ответственность за
содержание материала, предоставленного
автором к печати.

Адрес редакции, издателя и изготовителя:
Донбасский государственный технический
университет
пр. Ленина, 16, г. Алчевск, Луганская обл.,
94204.

E-mail: info@dstu.education,
Web-site: <http://www.dstu.education>
(Издательство "ЛАДО", ауд. 2113,
т/факс: (06442) 2-58-59)
E-mail: info.lado@mail.ru

Свидетельство субъекта издательского дела
ДК № 2010 от 12.11.2004

Главный редактор

Рябичев В. Д. — д.т.н.

Заместитель главного редактора

Зинченко А. М. — к.э.н.

Редакционная коллегия:

Литвинский Г. Г. — д.т.н.
Тадеуш Майхерчик — д.т.н. (Польша)
Фрумкин Р. А. — д.т.н.
Клишин Н. К. — д.т.н.
Борзых А. Ф. — д.т.н.
Финкельштейн З. Л. — д.т.н.
Корнеев С. В. — д.т.н.
Протосеня А. Г. — д.т.н. (Россия)
Новохатский А. М. — д.т.н.
Харламов Ю. А. — д.т.н.
Ульяницкий В. Н. — проф.
Куберский С. В. — проф.
Прокопов А. Ю. — д.т.н. (Россия)
Дрозд Г. Я. — д.т.н. (Россия),
Бондарчук В. В. — к.т.н.,
Долголаптев В. М. — к.т.н.,
Мотченко А. И. — проф.,
Хельмут Вайс — проф. (Австрия),
Мурга В. В. — к.т.н.,
Коваленко Н. В. — д.э.н.,
Гришко Н. В. — д.э.н.,
Припотень В. Ю. — д.э.н.,
Патерькина В. В. — д.филос.н.,
Скомская С. А. — секретарь редакционной коллегии

© ДонГТУ, 2015

© Косик И. Н., художественное
оформление обложки, 2013

ГОРНЫЕ НАУКИ

УДК 622.235.5.001.5:622.02

*д.т.н. Литвинский Г.Г.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР, ligag@ya.ru)*

ГЕОМЕХАНИКА ВЗРЫВА ПОДЗЕМНОГО ЗАРЯДА НА ВЫБРОС (посвящается памяти русского инженера М.М. Борескова)

Рассмотрена базовая проблема геомеханики подземного взрыва - взаимодействие сферического заряда с массивом. Установлены закономерности подземного взрыва на выброс и предложена диаграмма-квадрат взрыва. Получена теоретическая формула показателя действия взрыва. Показана достоверность теории и ее совпадение с данными практики. Поставлены новые задачи исследования.

Ключевые слова: *взрыв, заряд, показатель действия взрыва, теория, расчетная схема, камуфлет, взрыв на выброс, объем выброса, пробный взрыв, закономерности взрыва.*

Введение и исторический обзор

Более 70% подземных горных выработок (а это свыше 500-700 км ежегодно) в угольной и почти все выработки в горно-рудной промышленности Украины сооружаются буровзрывным способом, на что расходуются значительные материальные ресурсы. От эффективности буровзрывных работ во многом зависит стоимость и скорость строительства и реконструкции новых горизонтов, объемы добычи горного сырья на открытых работах, большинство технико-экономических показателей горной промышленности. Поэтому проблема обоснования эффективных параметров взрывных работ весьма актуальна.

Расчетные методы показателей взрыва начали развиваться на эмпирической основе с начала XVII века. Первая расчетная формула по определению массы заряда взрывчатого вещества (ВВ) была предложена французским горным инженером де Виллем в 1628 г. в предположении, что масса ВВ должна быть пропорциональна глубине ее расположения, что практикой взрывов не подтвердилось. Большой вклад в развитие теории взрыва внесли французский маршал Себастьян де Вобан, бывший министром оборонных укреплений (в 1669 г. ввел понятие линии действия взрыва), генерал-лейтенант инженерных войск Франц Велидор (в 1729 г. предложил понятие показателя действия взрыва), русский

военный инженер М.М. Фролов (1868 г. – новая функция показателя действия взрыва), генерал-лейтенант инженерных войск М.М. Боресков (1871 г. – современная формула действия взрыва), проф. А.Ф. Суханов, швед У. Лангефорс и др. [1-3].

Однако объемная гипотеза, основанная главным образом на эмпиризме, в 1940-50 гг. себя исчерпала и, с учетом громадного объема взрывных работ в промышленности, возникла объективная необходимость в постановке более глубоких теоретических исследований, использующих не только эмпирические, но и физические гипотезы с привлечением фундаментальных разделов науки (теории упругости и пластичности, гидродинамики, акустики и т.д.).

Вопросы теории действия взрыва в различных средах были существенно развиты в работах Г.И. Покровского, В.Н. Родионова, Г.П. Демидюка, В.Н. Мельникова, М.Ф. Друкованого, А.А. Вовка, М.А. Садовского и др. [4-6]. Их исследованиями были установлены важные закономерности действия взрыва в горных породах и, что еще важнее, предложены практические приемы управления взрывом в массивах горных пород. Однако полученные многочисленные расчетные формулы содержали значительную эмпирическую компоненту, исходили из разных, иногда противоположных, гипотез и часто не были доведены до уровня инженерных расчетов. Так,

без ответа остались вопросы теоретического обоснования роли и соотношения динамической и квазистатической фаз действия взрыва, расчетного обоснования формы и объема воронки выброса для разных систем зарядов, особенностей формирования зон трещиноватости вокруг зарядов и др. Поэтому перед геомеханикой взрыва до сих пор стоят сложные и далеко еще не решенные задачи раскрытия закономерностей механического действия взрыва в горных породах.

Цель исследований – разработка и обоснование теории взаимодействия подземного заряда взрывчатых веществ (ВВ) с массивом горных пород. Предмет исследований – процессы образования воронки выброса, объект – геомеханика взрыва одиночного заряда. Основная задача – теоретическое обоснование закономерностей геомеханики взрыва одиночного заряда на выброс.

Постановка задачи о взрыве подземного сферического заряда

В данной работе основное внимание уделено изучению закономерностей действия подземного сферического заряда на выброс – проблеме, которой посвятили свои усилия почти все исследователи геомеханики взрыва. Ответ на вопрос, – какова форма и размеры воронки выброса подземного заряда, – обычно выражался в виде эмпирической формулы, где всегда фигурировал так называемый показатель действия взрыва (который стал своеобразным отражением «зажима мышления», – устоявшейся и принимаемой на уровне подсознания традиции), в виде (рис. 1) отношения радиуса R воронки взрыва к линии его наименьшего сопротивления (ЛНС) W :

$$n = R/W = \operatorname{tg}\beta. \quad (1)$$

Главной эмпирической зависимостью, которую пытались найти все ученые-взрывники, была связь между массой заряда Q , глубиной его расположения W (ЛНС) и функцией показателя действия взрыва $F(n)$:

$$Q = qW^3 F(n), \quad (2)$$

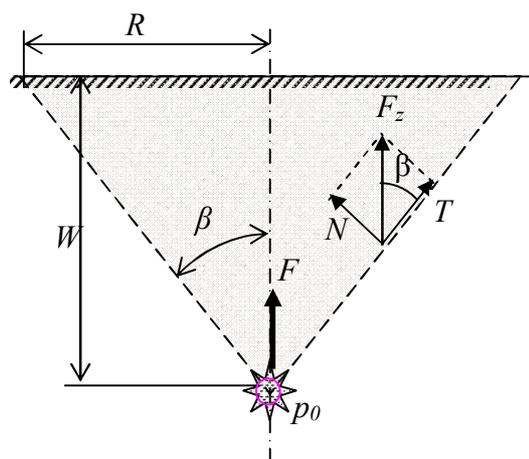


Рисунок 1 – Расчетная схема взрыва сферического заряда

где q – удельный расход ВВ при нормальном заряде выброса, т.е. когда $n=1$ [3].

Поиски правильного значения функции $F(n)$ продолжались давно, начиная с XVII в., и не закончились и поныне, о чем свидетельствуют данные таблицы 1.

Из этой таблицы 1 видно, что большое разнообразие предложенных, в основном, эмпирических формул доказывает сложность задачи получения искомой зависимости, которая так важна для практики расчетов параметров взрыва. При этом все формулы для нормальной воронки выброса (когда $n=1$) дают теоретически правильный результат, равный $F(n)=1$. В остальном диапазоне изменения n разброс результатов чрезмерно велик и является свидетельством необходимости проведения дальнейших исследований для получения теоретически обоснованной формулы.

Задача о выбросе пород при взрыве подземного заряда

Используя расчетную схему рисунке 1, решим в общей постановке основную задачу геомеханики взрыва – определение механического действия заряда в горном массиве, если известны: глубина заряда W , эффективный радиус r_0 камуфлетной полости (который включает в себя и радиальные трещины после взрыва), давление p_0 газообразных продуктов взрыва

ГОРНЫЕ НАУКИ

Таблица 1 – Вид предложенных функций $F(n)$ показателя действия взрыва $n=R/W$

Автор формулы	Год	Предложенная формула для функции $F(n)$	при	
			$n = 0$	$n = 3$
1. Б. Белидор	1731	$[(n+1^2)/2]^{(3/2)}$	0,35	1,18
2. Р. Мореско	1801	$((1+n^2)/2)^2 n^2$	0	20,1
3. Г. Лебрен	1812	$(0,1+0,9n)^3$ при $n>1$	0,2	22,4
4. Д. Мюллер	1845	$1,71(1+n^2\sqrt{1+n^2})$	0,23	11,7
5. Э. Рцига	1866	$0,16(1+4n^3)(1+n/4)$	0,16	30,5
6. М.М. Фролов	1868	$0,5+0,5n^3$	0,5	14,0
7. М.М. Боресков	1871	$0,4+0,6n^3$	0,4	16,6
8. Г. Гаузер	1871	n^3	0	27,0
9. Е. Бралион	1873	$0,2+0,8 n^3$	0,2	30,5
10. М. Дамбрен	1873	$(\sqrt{1+n^2}-0,41)^3$	0,20	20,8
11. А. Мейнеке	1885	$0,41(1+\sqrt{1+n^2}) n^2$	0	15,6
12. Г. Ларес	1933	$(\sqrt{1+n^2}+n^2)(1+\sqrt{1+n^2})$	0,125	24,9
13. О.Е. Власов	1946	$[(1+n^2)/2]^{(9/4)}$	0,35	37,4
14. Г.И. Покровский	1954	$[(1+n^2)/2]^2$	0,25	25
15. Т.М. Саламахин	1960	$2(4+3n^2)/(n+97)$	0,33	19,2
16. Ф.А. Авдеев	1975	$(\sqrt{1+n^2}-1)+0,35/(1+n^2)$	0,36	21,5
17. Г.Г. Литвинский	2006	$\pi[1 - (2/\pi) \arctg(n)]/24$	0,125	14

(ГПВ) и прочностные свойства пород. Вводим [7] три основные рабочие гипотезы, позволяющие решить поставленную задачу:

1) после образования камуфлетной полости с радиальными трещинами разрушение ударной волной происходит в ближней зоне заряда, а основную работу по разрушению и выбросу породы производят ГПВ;

2) при образовании воронки выброса сдвигающие напряжения от давления ГПВ после начальных сдвигов на поверхности конуса разрушения распределены равномерно (из условия работы пород в предельной и запредельной стадии деформирования);

3) окончательное формирование воронки выброса всегда происходит по максимально возможному предельному конусу разрушения, где выполняется условие сдвига.

За счет давления ГПВ образуется направленная в сторону свободной поверхности сила F_z , которая стремится оторвать или сдвинуть вышележащий конусообраз

ный участок массива. Эту силу можно определить из формулы:

$$F_z = p_0 = \pi r_0^2 p_0, \quad (3)$$

где $r_0=1$ – радиус взрывной полости; p_0 – давление ГПВ, которое определяется из условия детонации ВВ и с учетом формирования камуфлетной полости, МПа.

Определим по радиусу r_0 взрывной полости поверхность усеченного конуса выброса с углом β у вершины, расположенной в центре заряда, в которой действует сила F_z :

$$A = \pi W[W \operatorname{tg}(\beta) + 2r_0] / \operatorname{Cos}(\beta), \quad (4)$$

где A – площадь воронки выброса, м^2 . Разложим силу F_z на две составляющие, – нормальную N и сдвиговую T , – которые, как принято выше, равномерно распределены по боковой поверхности конуса выброса после начала пластической фазы сдвига пород:

$$N = F_z \operatorname{Sin}(\beta); T = F_z \operatorname{Cos}(\beta). \quad (5)$$

Вычислим действующие на поверхности конуса сдвигов нормальные и касательные напряжения σ_n ; τ_{nt} , используя зависимости (3), (4) и (5):

$$\sigma_n = \frac{N}{A}; \tau_{nt} = \frac{T}{A}. \quad (6)$$

С учетом того обстоятельства, что прочностные свойства пород в условиях объемного напряженного состояния существенно нелинейны, используем аналитическую теорию прочности [8], которая позволяет достаточно корректно учесть эту нелинейность при любом сочетании действующих напряжений.

Эта теория прочности, в отличие от существующих традиционных, не использует раз и навсегда выведенное алгебраическое уравнение прочности, а требует, в зависимости от внутреннего строения материала и наличия в нем тех или иных структурных несовершенств (неоднородностей), составления дифференциального уравнения паспорта прочности и его решения. В терминах аналитической теории прочности условие разрушения на произвольной конусной поверхности запишется в виде локального нормированного критерия разрушения:

$$\omega^* = \frac{\tau_{nt}}{[\tau_{nt}]} = \tau_0 \left(\frac{\sigma_n}{\sigma_0} + 1 \right)^\alpha \geq 1, \quad (7)$$

где ω^* – нормированный критерий разрушения в виде отношения действующих напряжений к допустимым, разрушение происходит при $\omega^* > 1$, его нет при $\omega^* < 1$; $[\tau_{nt}]$ – допустимое сдвигающее напряжение на поверхности разрушения, МПа;

τ_0 , σ_0 – прочностные параметры материала, вводимые аналитической теорией прочности в виде когезий соответственно сдвига и отрыва, МПа [8];

α – параметр хрупкости материала, отражающий соотношение внутреннего сухого и жидкостного трения на трещинах сдвига и тем самым задающий степень нелинейности паспорта прочности, $0 \leq \alpha \leq 1$; при $\alpha = 0$ порода идеально пластичная, при

$\alpha = 1$ – идеально хрупкая.

Таким образом, задача полностью сформулирована, на основании чего можно, получив решение и варьируя входящие переменные, установить основные закономерности и определять результаты действия взрыва в виде угла раскрытия воронки выброса и ее объема.

Исследование закономерностей образования воронки выброса

Для удобства выполнения и анализа численных решений задачи введем безразмерные переменные: все геометрические размеры будут отнесены к эффективному радиусу r_0 взрывной полости, а величины с размерностью напряжений будут приведены в единицах когезии сдвига τ_0 . Чтобы не усложнять понимание дальнейшего изложения, мы оставим те же обозначения для относительных переменных, что и для абсолютных, поэтому при переходе к абсолютным величинам для вычисления любой величины с размерностью напряжений следует относительное ее значение умножить на τ_0 , а для величин с размерностью длины – умножить на величину r_0 .

Исследуем, как изменится угол раскрытия воронки выброса в зависимости от глубины W расположения заряда при разных давлениях ГПВ. Эта зависимость представлена на рисунке 2.

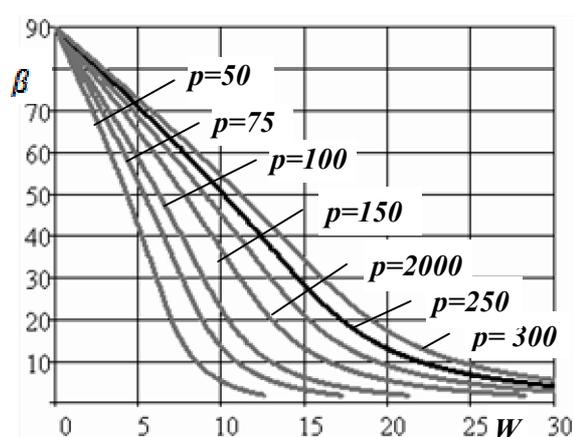


Рисунок 2 – Изменение угла β от глубины заложения заряда W при разных давлениях ГПВ сферического заряда

Как видно из полученных результатов расчетов, при весьма широком варьировании глубин заложения зарядов с ВВ различной мощности, на большей части все зависимости очень близки к прямым линиям. Исключение составляют углы $\beta < 10^0$, что объясняется особенностью поведения численного решения.

Если эти графики представить в относительных координатах $\beta_r = \beta/90^0$ и глубину заряда $w_r = W/W_k$, где W_k – предельная глубина, на которой заряд становится камуфлетным (т.е. когда наступает момент $\beta < 10^0$), то получим почти полное совпадение всех зависимостей $\beta_r = f(w_r)$, что видно на рисунке 3.

Эти зависимости почти во всем диапазоне изменения параметров являются линейными, за исключением области вблизи камуфлета $\beta_r < 0,1$. Эта область изменения угла воронки выброса всегда считается лежащей за пределами рационального

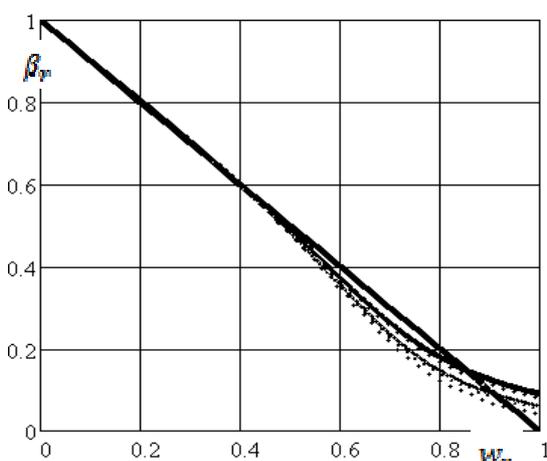


Рисунок 3 – Изменение относительного угла β_r от ЛНС $0 < w_r < 1$ при разных давлениях ГПВ сферического заряда $p = (5 \dots 30) 10^3$ МПа

использования взрыва и, по этому, может не приниматься во внимание.

Установленная закономерность имеет большое значение, поскольку появляется возможность обобщить все многообразие графиков при варьировании параметров

взрыва в обобщенную кривую, используя соответствующим образом выбранные координаты.

Рассмотрим совокупность решений механического действия взрыва сферического заряда при разной его глубине заложения и определим для каждого случая объем воронки выброса. Вначале построим графики для обычных координат, а затем в относительных координатах глубины заложения заряда $w_r = W/W_k$, которая меняется в пределах $0 < w_r < 1$.

Относительное значение объема выброса $0 < V_r < 1$ следует определять по формуле

$$V_r = V/V_{\max},$$

где V_{\max} – максимальный объем воронки взрыва для данного заряда ВВ. Как видно из графиков рисунка 4, максимальный объем воронки выброса достигается при относительной ЛНС, равной $w_r = 0,5$.

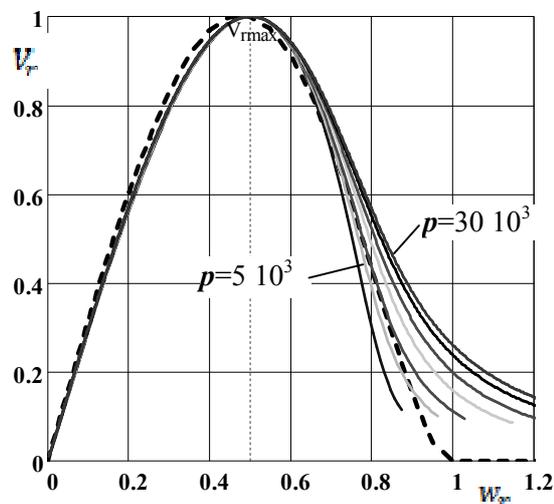


Рисунок 4 – Изменение относительных объема $0 < V_r < 1$ выброса от ЛНС $0 < w_r < 1$ при разных давлениях ГПВ цилиндрического заряда

Попутно заметим, что исследование на максимум теоретического решения дает значение относительной ЛНС, при котором достигается максимальный объем V_{\max} , равный $w_r = 0,476$, что близко к значению $0,5$. На рисунке 4 штриховой линией пока-

зан график усредненного значения относительного объема выброса, который рассчитывался по формуле объема конуса с учетом значения $V_{\max} = V_r(w_k/2) \cdot V_r$

$$V_r = \frac{8}{3} \pi w_r^3 t g^2 \left[\frac{\pi}{2} (1 - w_r) \right]. \quad (8)$$

Из графиков следует, что при $w_r < 0,8$ все кривые хорошо совпали с теоретическим решением (8), а существенные отклонения наблюдаются, когда $w_r > 0,9$, т.е. вблизи области камуфлета.

Эти отклонения могут быть объяснены принятыми идеализациями расчетной схемы взрыва сферического заряда. Действительно, «загибы» графиков V_r приводят к чрезмерно большой глубине камуфлетных зарядов, что не согласуется с практикой взрывов. Это доказывает правильность исходного предположения о конгруэнтности исследуемых графиков в приведенных нормированных координатах $w_r - V_r$.

Диаграмма-квадрат взрыва – теория и эксперимент

Попытаемся, используя полученные закономерности при взрыве сферического заряда, объединить результаты исследований в одной диаграмме. Поскольку пределы осей абсциссы и ординаты диаграммы одинаковы (от 0 до 1), то она представляет собой квадрат, на котором удобно поместить графики, отражающие главные закономерности взрыва сферического заряда в зависимости от приведенной ЛНС w_r в относительных величинах:

- угла воронки выброса $0 < \beta_r < 1$;
- объема выброса $0 < V < 1$.

Чтобы подчеркнуть особенности полученной обобщенной зависимости, ее уместно назвать «Диаграмма-квадрат взрыва» (для удобства введем сокращение ДКВ). На этой диаграмме одновременно отражены графики зависимости β_r и V_r от нормированной линии наименьшего сопротивления w_r . На рисунке 5 представлена ДКВ для сферического заряда. По мере углуб-

ления сферического заряда, т.е. роста ЛНС, угол объем воронки выброса β_r в соответствии с обнаруженной из теоретического решения закономерностью (см. рис. 3) будет снижаться по линейной зависимости

$$\beta_r = 1 - w_r. \quad (9)$$

Если на том же графике построить кривую изменения относительного объема выброса V_r согласно теоретической зависимости – (8), то получим вид кривой, совпадающий с графиком, построенным по результатам численных расчетов на рисунке 4 в тех же координатах. Некоторое рассогласование наблюдается только в локальной области, где $w_r > 0,9$.

Важно обратить внимание на то, что эти графики на ДКВ являются универсальны

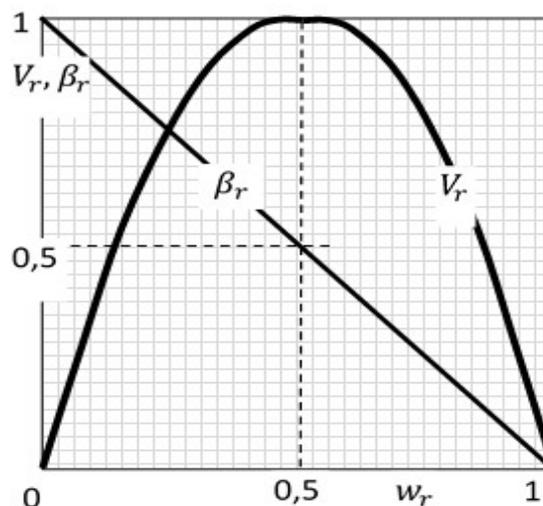


Рисунок 5 – Диаграмма квадрат взрыва для нормированных параметров $\beta_r = f(w_r)$ и $V_r = f(w_r)$

ми, поскольку обобщают фундаментальные закономерности взаимодействия сферического заряда со средой и не зависят от прочностных и деформационных свойств среды, типа и каких бы то ни было свойств ВВ. В этом состоит особое преимущество предлагаемой нами диаграммы. Разумеется, эти закономерности обнаруживаются только на графиках, постро-

енных в относительных нормированных координатах (рис. 5).

Проверка достоверности ДКВ

Однако диаграмма ДКВ должна подвергнуться скрупулезной проверке на достоверность и согласованность с практическими результатами взрывов. Поэтому полученные закономерности сопоставили с данными экспериментальных взрывов, проведенных в лаборатории ДонГТУ методом эквивалентного моделирования и опытными взрывами ДонНТУ [9] на реальных материалах с использованием различных типов ВВ. На графиках рисунка 6 приведены ДКВ, где сопоставлены теория и эксперимент.

Всего было подвергнуто статистическому анализу и сопоставлению с теоретической ДКВ данные по взрыванию сферических зарядов в разных средах (грунт, песок, уголь, скальные породы, глина, эквивалентные материалы) и разных типах и массах ВВ (аммонит БЖВ, аммонит ПЖВ-20, порох, опытные ВВ и др.). Проведенная статистическая обработка результатов проведенных взрывов сферических зарядов (табл. 2) показала вполне приемлемое совпадение теории, воплощенной в ДКВ, и эксперимента (В обработке данных принимал участие магистр П.Н. Шульгин).

Исходя из результатов исследований, можно сформулировать следующие главные закономерности, которые отражены в предложенной нами ДКВ:

1. Механическое действие взрыва сферических зарядов ВВ, если их представить на ДКВ в нормированных координатах, не зависит от свойств пород (среды) и свойств взрывчатого вещества, т.е. взрывы являются подобными (выполняются условия автомодельности).

2. Для сферического заряда с достаточно высокой степенью точности основная зависимость угла воронки выброса от нормированной ЛНС линейна, т.е. $\beta_r = 1 - w_r$.

3. Объем нормированной воронки выброса подчиняется параболической зависимости, которая является следствием линейности функции (9) и может быть записана формулой (8) или, приближенно $V_r = 4w_r(1 - w_r)$.

4. Максимальный объем воронки выброса V_r достигается, когда ЛНС равна половине глубины камуфлета (более точно, при $w_r = (0,476 \approx 0,5)$).

5. Реальный (абсолютный) размер воронки выброса определяется умножением нормированного объема на реальный

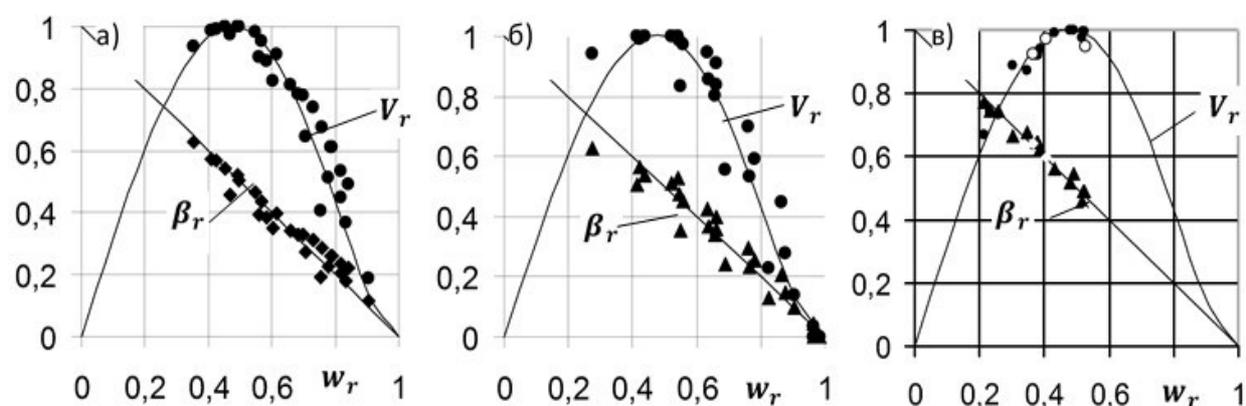


Рисунок 6 – Экспериментальная проверка концепции диаграммы-квадрата взрыва для опытных взрывов: а) в скальных породах – заряды из опытного состава ВВ; б) в угле – заряды из аммонита ПЖВ20; в) в песке и тиосульфате - заряды из пороха.

Таблица 2 - Экспериментальная проверка диаграммы-квадрат взрыва (рис.6)

Среды взрыва	Тип ВВ	Число опытов	Средне квадратич. отклонение	Станд. ошибка оценки	Корр. отношение
1.Песок	Угленит	71	0,092	0,144	0,702
2. Грунт с глиной	Аммонит 6ЖВ	34	0,187	0,095	0,931
3.Уголь	Аммонит 6ЖВ	27	0,196	0,050	0,973
4.Песок	Аммонит ПЖВ20	20	0,190	0,055	0,963
5.Скальные породы	Опытные ВВ	28	0,153	0,035	0,912
6.Песок	Порох	11	0,130	0,125	0,872

размер ЛНС в соответствующей степени (куб для шарового заряда и квадрат для единицы длины линейного заряда).

5. Влияние изменения массы заряда ВВ на воронку выброса

Интересно рассмотреть проблему, как зависят показатели взрыва от величины заряда Q , если зафиксировать его глубину (ЛНС). Эта функциональная зависимость будет как бы дополнительной для диаграммы-квадрата взрыва, где ранее за постоянную величину был принят заряд ВВ. При этом считаем, что проявлением масштабного эффекта в рассматриваемых изменениях геометрических размеров можно пренебречь. Будем при фиксированной ЛНС w_r постепенно изменять заряд ВВ и следить за изменением ЛНС, угла β_r и объема воронки взрыва V_r . Для удобства введем относительный показатель заряда ВВ $Q_r = Q_1/Q_0$, который показывает степень изменения заряда ВВ Q_1 относительно исходного Q_0 , под которым удобнее всего принять заряд нормального горна $w_r = 0,5$. Изменение массы заряда на величину k_Q приведет к увеличению радиуса r_0 зарядной полости до r_1 , и, поскольку масса заряда Q_1 пропорциональна его объему r_1^3 , получим для сферического заряда $r_1 = l_Q r_0 = \sqrt[3]{k_Q} r_0$, где параметр геометрического подобия равен $l_Q = \sqrt[3]{k_Q}$.

Полагаем, что все геометрические размеры, в силу закона подобия, изменятся также на величину. Тогда окажется, что при фиксированной глубине W относительная ее величина $w_r = W/r$, приведенная к размеру радиуса заряда r_0 , будет равна $w_{1r} = w_r/l_Q$. Это значит, что заряд ВВ как бы смещается по глубине в нормированных координатах при изменении величины заряда Q : если заряд увеличивается, относительная ЛНС его уменьшается, а при уменьшении заряда его относительная ЛНС w_r увеличивается (хотя абсолютная ЛНС остается неизменной ($W = \text{Const}$)). Поэтому, используя (9), определяем новые параметры взрыва при изменении массы заряда. Так, в частности, нормированный угол воронки выброса будет равен:

$$\beta_r = 1 - w_r/l_Q = 1 - w_r/\sqrt[3]{k_Q}. \quad (10)$$

Отметим, что при этом абсолютные величины параметров взрыва W, V следует находить, исходя из нового линейного масштаба, определяемого абсолютной величиной радиуса заряда.

Из полученной теоретической зависимости следует, что при некотором значении показателя массы заряда угол раскрытия воронки выброса становится равным нулю. Для этого необходимо положить $\beta_r = 0$, откуда $k_Q = w_r^3$. Если принять массу заряда нормального горна Q_0 известной, и учитывая, что нормированная ЛНС для него равна $w_{r0} = 0,5w_r$, можно получить выражение

предельного заряда камуфлета через массу Q_0

$$Q_k = Q_0 \cdot k_{Qk} = w_{r0}^3 = 0,125 \cdot Q_0$$

Следовательно, предельная наибольшая масса камуфлетного Q_k сферического заряда ВВ равна 1/8 массы заряда нормального горна Q_0 .

А теперь, опираясь на полученные закономерности, можно найти зависимость массы заряда от показателя действия взрыва в традиционном виде, как это представлено в таблице 1. Для этого в качестве исходной возьмем формулу (8), подставим туда соотношение (10) и решим относительно k_Q полученное равенство:

$$V = \frac{\pi}{3} W^3 \operatorname{tg} \left[\frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{w_r}{\sqrt[3]{k_Q}} \right) \right],$$

$$k_Q = w_r^3 \left[1 - \frac{2}{\pi} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{V}{V_0}} \right]^{-3}$$

Исходя из ранее принятых определений и обозначений, подставим в эту формулу выражения:

$$w_r = 0,5; \quad k_Q = \frac{Q}{Q_0}; \quad Q_0 = q_0 \cdot V_0;$$

$$V_0 = \frac{\pi}{3W^3}; \quad V = \frac{V_0}{n^2} = \frac{\pi}{2W^3 n^2},$$

и окончательно получим:

$$Q = \frac{\pi}{24} q_0 W^3 \left[1 - \frac{2}{\pi} \operatorname{arctg}(n) \right]^{-3}. \quad (11)$$

Это и есть искомая теоретическая формула механического действия сферического заряда на выброс. С ее помощью можно определить требуемый заряд ВВ, если задана ЛНС W и показатель действия взрыва n .

Кроме того, необходимо из экспериментального взрыва установить удельный

расход ВВ q_0 для заряда нормального горна $n = 1$, который зависит от свойств пород сопротивляться взрывному разрушению. Следует иметь в виду, что при выводе формулы (11) не учитывался собственный вес пород, а среда принималась однородной и изотропной. Кроме того, неявно предполагается, что независимо от масштаба взрыва при нормальном горне $n = 1$ для каждой породы $q_0 = \text{Const}$.

На рисунке 7 сопоставлены графики $Q/q_0 W^3 = F(n)$ всех ранее предложенных формул, сведенных в таблице 1. Все графики совпадают в одной и той же точке нормального горна $n = 1$, а до и после нее наблюдается значительный разброс графиков.

Обратим внимание на вторую характерную точку на графиках, а именно, $n = 0$. Это точка предельного нормированного заряда камуфлета. Здесь особенно велик разброс

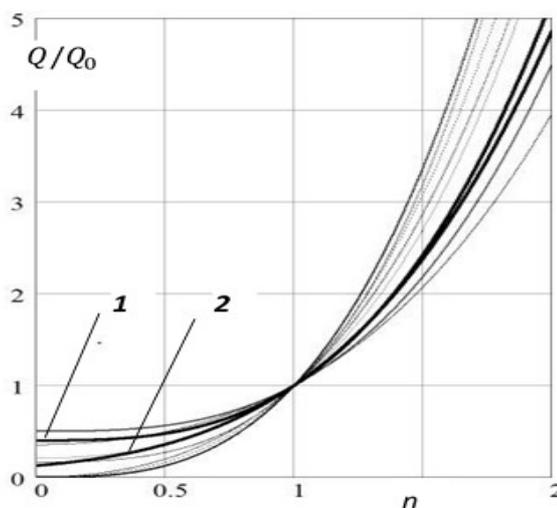


Рисунок 7 – Зависимости нормированной массы заряда ВВ Q/Q_0 от показателя действия взрыва n (1 – по Борескову М.М., 2 – по Литвинскому Г.Г.)

(см. табл.1): нормированная масса камуфлетного заряда $q_k = Q_k/Q_0$ изменяется от 0 до 0,5. В частности, для формулы М.М. Борескова $q_k = 0,4$, для формулы М.М. Фролова $q_k = 0,5$, а для Г.Г. Литвинского $q_k = 0,125$. Далее отличие графика М.М. Борескова от теоретического незначительно (16,6 и 14 при

$n=3$). Остается только отдать должное тщательности выбора эмпирической формулы, выполненного М.М. Боресковым в 1871 г.

По сути, формула (11) показывает, как изменяется удельный расход ВВ по мере увеличения показателя действия взрыва, а проще - при увеличении угла раскрытия воронки взрыва. Это свидетельствует о том, что объемная гипотеза расчета зарядов, которая господствует сейчас, не применима и ведет к большим ошибкам.

В частности, все существующие методики расчета паспорта БВР при проведении горных выработок основаны на неявном использовании объемной гипотезы. Это становится значительным тормозом для оптимизации паспортов ведения буровзрывных работ и приводит к широкому использованию эмпирических подходов при описании механического действия взрыва, которые не способны адекватно отразить все сложные явления взрывного разрушения пород и обосновать их эффективные параметры.

Уместно упомянуть, что в практике ведения взрывных работ при проведении массовых взрывов [6], когда расходуются в один прием десятки и сотни тонн взрывчатых веществ, особенно для траншейных зарядов, до сих пор применяются расчетные методы, основанные на использовании формулы М.М. Борескова. Понятно, при этом результаты взрывов оказываются не всегда оптимальными, что ранее было трудно объяснить. Поэтому эмпирические подходы по обоснованию параметров паспорта БВР, используемые в настоящее время, нуждаются в существенном пересмотре.

Сложностью функциональных зависимостей, связывающих параметры взрыва, можно объяснить те трудности по обработке и осмыслению экспериментальных данных и результатов взрыва, которые ранее казались непреодолимыми и вносили много путаницы в рас-

четные обоснования параметров взрывных работ. Установленные закономерности являются весьма важными и позволяют обрабатывать и давать толкование многочисленным ранее накопленным экспериментальным данным (см. рис. 6). Теперь, с появлением диаграммы-квадрата взрыва все данные можно достаточно просто логично упорядочить и привести в единую систему.

Пример. Рассмотрим один показательный случай применения диаграммы ДКВ для расчета параметров механического действия взрыва. Пусть при пробном взрывании сферического заряда массой $Q = 2 \text{ кг}$ на глубине $W = 0,8 \text{ м}$ получили воронку выброса с углом $\beta = 60^\circ$.

Необходимо определить удельный расход ВВ q для этой породы, и параметры воронки взрыва, если в этой же породе разместить заряд ВВ массой $Q_1 = 1,5 \text{ кг}$ на глубине $W_1 = 1,2 \text{ м}$. Решение приведено в таблице 3.

Из приведенного примера следует, что на основании измерения угла воронки выброса после проведения всего одного (!) пробного взрывания сферического заряда ВВ мы получаем, основываясь на закономерностях диаграммы ДКВ, полную картину механического действия любых таких зарядов в данной среде. При этом не возникает необходимости в определении физико-механических свойств горной породы и работоспособности ВВ, так как эта информация была неявно аккумулирована в результатах пробного взрыва.

Следовательно, для расчетов параметров взрывания сферического заряда необходимо провести хотя бы один пробный взрыв и зафиксировать, какой угол воронки выброса соответствует выбранной линии наименьшего сопротивления.

Разумеется, для повышения достоверности результатов промышленных взрывов, следует произвести несколько пробных взрывов с учетом наличия вероятностной компоненты, всегда присутствующей наряду с детерминированной из-за естественного разброса свойств горных пород и структур-

ГОРНЫЕ НАУКИ

Таблица 3 – Пример определения угла раскрытия и объема воронки выброса по результатам пробного взрывания сферического заряда ВВ

Определяемая величина	Вычисление
1. Нормированный угол воронки выброса	$\beta_r = \beta / 90 = 60 / 90 = 0,667$
2. Нормированная ЛНС	$w_r = 1 - \beta_r = 1 - 0,667 = 0,333$
3. Глубина камуфлета для пробного заряда	$W_k = W / w_r = 0,8 / 0,333 = 2,4 \text{ м}$
4. Нормированная глубина заряда нормального горна	$W_0 = W_k / 2 = 1,2 \text{ м}$
5. Объем воронки нормального горна Объем воронки выброса для заряда 2 кг	$V_0 = \pi \cdot W_0^3 / 3 = 1,81 \text{ м}^3$ $V_1 = 1,2^3 (1 - 2 / \pi \arctg(0,45)) = 1,26 \text{ м}^3$
6. Удельный расход ВВ для данной породы	$q = Q / V_0 = 2 / 1,81 = 1,1 \text{ кг} / \text{м}^3$
7. Нормированный угол воронки выброса, если этот заряд заглубить на $W_1 = 1,2 \text{ м}$	$\beta_{r1} = 1 - W_1 / W_k = 0,5$
8. Угол воронки взрыва, если заряд уменьшить до 1,5 кг	$\beta_{lr} = 1 - 0,5 / (1,5 / 2)^{1/3} = 0,45$
9. Глубина камуфлета для заряда 1,5 кг	$W_{kl} = W_1 / w_r = 1,2 / (1 - 0,45) = 2,18 \text{ м}$
10. Объем воронки выброса $V_1 = W_1^3 [1 - 2 \arctg(n) / \pi]$	$V_1 = 1,2^3 (1 - 2 / \pi \arctg(0,45)) = 1,26 \text{ м}^3$
Ответ: Угол воронки $\beta_{lr} = 0,45$; $\beta_r = 0,45 \cdot 90 = 40,5^\circ$; Объем воронки выброса $V_1 = 1,26 \text{ м}^3$	

ных неоднородностей массива, а затем методами теории вероятностей оценить надежность полученных данных.

Выводы

На основании проведенного исследования установлено, что существующие расчетные методы показателей механического действия взрыва в основном базируются на эмпирических подходах, развитых в работах многих инженеров и ученых, начиная с XVII столетия. Особенно большой вклад в учение о взрыве внесли русские инженеры Фролов М.М. и Боресков М.М. Формула действия взрыва М.М. Борескова не потеряла актуальности до настоящего времени. Однако эмпирические методы расчета не могут удовлетворить в настоящее время возросшие требования при проектировании и эксплуатации горных предприятий.

Решение задачи геомеханики взрыва о выбросе пород при взрыве сферического заряда ВВ с использованием реальной расчетной схемы, основанной на аналитической теории прочности, впервые позволил

установить важные закономерности:

- нормированный угол раскрытия воронки выброса β_r по мере углубления заряда ВВ фиксированной массы **линейно** снижается от 1 на поверхности до 0 при камуфлете;

- объем V воронки выброса максимален, когда линия наименьшего сопротивления равна половине глубины камуфлета, а нормированный угол раскрытия воронки равен $\beta_r = 0,5$;

- графики зависимостей нормированного угла раскрытия β_r и объема V_r воронки выброса от приведенной линии наименьшего сопротивления w_r представляют собой диаграмму-квадрат взрыва, обобщающую закономерности взаимодействия сферического заряда ВВ произвольной массы в горной породе с любыми физико-механическими показателями;

- предельная наибольшая масса камуфлетного Q_k сферического заряда ВВ равна 1/8 массы заряда нормального горна Q_0 ;

– глубина камуфлета W_k заряда ВВ возрастает прямо пропорционально давлению p газообразных продуктов взрыва, а максимальный объем V выброса – как ρ^3 ;

– теоретическая зависимость массы Q заряда от показателя действия взрыва n (11) близко совпадает с формулой М.М. Борескова при $n > 1...2$ и значительно отличается от нее при $n < 1$;

– достоверность указанных закономерностей подтверждена результатами взрывания разных ВВ в горных породах различного литологического состава и строения (корреляционное отношение от 0,7 до 0,97).

Задачи дальнейших исследований должны быть направлены на установление теоретических закономерностей механического действия других конструкций зарядов с массивом (горизонтальных, вертикальных и на-

клонных траншейных зарядов), построение для разного типа зарядов диаграмм ДКВ, изучение взаимодействия зарядов в массиве. Решению этих задач будут посвящены дальнейшие публикации автора, что закладывает теоретические основы геомеханики взрыва и позволяет перейти к разработке практически важных способов управления взрывным разрушением пород и обоснованию их технологических параметров.

В заключение автор выражает благодарность доц. Курману С.А. за помощь в программировании достаточно сложных нелинейных задач взрывного разрушения и магистру Шульгину П.Н. – за участие в подборе и обработке данных по взрыву сферических зарядов в различных средах, а доц. Купенко И.В. – за разрешение использовать свои данные по опытным взрывам.

Библиографический список

1. Покровский Г. И. Взрыв / Г. И. Покровский. — М.: Недра, 1973. — 178 с.
2. Энциклопедия взрыва. История взрыва, ч. 1-4, Web-site: www.biometrica.tomsk.ru/ftp/dict/explode/explode2.html - 35 К.
3. Таранов П. Я. Разрушение горных пород взрывом / П. Я. Таранов, А. Г. Гудзь. — М.: Недра, 1976. — 253 с.
4. Друкованый М. Ф. Действие взрыва в горных породах / М. Ф. Друкованый, В. М. Комир, В. М. Кузнецов. — Киев: Наукова думка, 1973. — 182 с.
5. Мосинец В. Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах / В. Н. Мосинец. — М.: Недра, 1976. — 271 с.
6. Авдеев Ф. А. Производство массовых взрывов / Ф. А. Авдеев, В. Л. Барон, В. Л. Блейман. — М.: Недра, 1977. — 312 с.
7. Литвинский Г. Г. Некоторые вопросы геомеханики подземного взрыва / Г. Г. Литвинский // Физика и техника высокоэнергетической обработки материалов : Сб. науч. тр. — Днепропетровск: Арт-Пресс, 2007. — С. 297-310.
8. Литвинский Г. Г. Прочность – критика, теория и новая концепция / Г. Г. Литвинский // Сб. науч. тр. — Днепропетровск: НГУ, 2004. — С. 236-245.
9. Купенко И. В. Обоснование эффективных параметров буровзрывных работ при проходке вертикальных шахтных стволов : дис. канд. техн. наук: 05.15.04 / И. В. Купенко. — Донецк, 2004. — 182 л. : ил. — Библиогр.: л. 141-151.

*Рекомендована к печати д.т.н., проф. Борзых А.Ф.,
д.т.н., проф. ДонНТУ Борщевским С.В.*

д.т.н. Литвинський Г.Г. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

ГЕОМЕХАНІКА ВИБУХУ ПІДЗЕМНОГО ЗАРЯДУ НА ВИКИД

Розглянута базова проблема геомеханіки підземного вибуху - взаємодія сферичного заряду з масивом. Встановлені закономірності підземного вибуху на викид і запропонована діаграма-квадрат вибуху. Отримана теоретична формула показника дії вибуху. Показана достовірність теорії і її збіг з даними практики. Поставлені нові завдання дослідження.

Ключові слова: вибух, заряд, показник дії вибуху, теорія, розрахункова схема, камуфлет, вибух на викид, об'єм викиду, пробний вибух, закономірності вибуху

Doctor Engineering Litvinskiy G.G. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

THE GEOMECHANICS OF EXCAVATING BLASTING

A basic geomechanics problem of excavating blasting is considered e.g. interaction of spherical charge with a rock massif. Regularities of excavating blasting are found and diagram-square of explosion is suggested. A theoretical formula for blasting factor is developed. Authenticity of theory and its coincidence with practical data are showed. The new tasks of research are put.

Key words: blast, charge, blasting factor, theory, calculation scheme, camouflet, excavating blasting, volume of the blasted rock, trial blasting, blast regularities.

УДК 622.28.042.4: 622.281.5: 622.283.5: 622.23.056

*д.т.н. Литвинский Г.Г.,
к.т.н. Смекалин Е.С.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ КРЕПИ

Проведен анализ проблемы крепления горных выработок в горной промышленности. Рассмотрены и сравнены арочные и трапециевидные конструкции крепи. Предложена методика технико-экономического сравнения и критерии оценки рамных крепей. Выявлены тенденции развития рамного крепления и показаны преимущества крепи нового технического уровня. Дана оценка экономического эффекта в горной промышленности при внедрении нового крепления.

Ключевые слова: *рамная крепь, выбор размеров, форма выработки, несущая способность, податливость, работоспособность, критерии оценки, эффективность.*

В горной промышленности для обеспечения эффективной добычи полезных ископаемых необходимо постоянно сооружать большое число капитальных и подготовительных выработок значительной протяженности. Так, в угольной промышленности на каждые 1000 т угля необходимо пройти от 5 до 10 м подготовительных горных выработок (ГВ), что при ежегодной добыче 100 млн т угля (потребность Украины) составляет около 500-700 км ГВ. Учитывая, что стоимость проходки 1 км ГВ среднего поперечного сечения находится в пределах 2...3 млн. долларов, из которых не менее 50-60% - это стоимость крепления, становится понятно, насколько актуальна проблема совершенствования крепления. Положение усугубляется тем, что конструкции крепи далеки от совершенства и в условиях больших глубин и высокого горного давления ГВ часто оказываются нарушенными и нуждаются в ремонтах и перекреплениях, на что затрачивается не менее 10-15% трудовых и финансовых ресурсов и в целом ведет к повышению себестоимости добычи 1 т угля на 20-30%, а по угольной промышленности неоправданные издержки доходят до 0,7-1,1 млрд. долларов в год [1].

В период промышленной революции (18-19 вв.), когда началась интенсивная добыча полезных ископаемых и требовалось проведение большого числа ГВ, их

крепили в основном деревянной крепью и их форма была прямоугольной или трапециевидной. Это позволяло максимально использовать площадь поперечного сечения ГВ и хорошо согласовывалась со строением слоистого массива. В условиях умеренного проявления горного давления на малых глубинах разработки, характерных для того периода развития горной промышленности, когда основными формами разрушения пород вокруг ГВ являлись вывалы пород или своды естественного равновесия [2], деревянная крепь вполне удовлетворяла нужды горной промышленности. Апофеоз расцвета такого типа крепи можно и сейчас увидеть в соляных коях исторического заповедника ш. Величко (Польша), где за семь веков разработки соли были сооружены коридоры и галереи на семи подземных уровнях на глубине от 57 м до 198 м общей протяженностью более 200 км [3]. В 30-х гг. прошлого столетия дерево сменил стальной прокат в виде корытного профиля разных конфигураций, что обеспечило повышение работоспособности крепи в 5-10 раз, главным образом за счет узлов податливости и арочной формы ГВ. Стальные рамные конструкции крепи стали доминирующими и в угольной промышленности более 90% ГВ закреплено именно ими.

Несмотря на то, что крепи ГВ прошли длительный путь совершенствования и раз-

вития, до сих пор не удалось создать достаточно эффективной конструкции, которая могла бы обеспечить надежное безремонтное поддержание ГВ весь срок их службы при умеренных финансовых и трудовых затратах. Исследованиями и разработками по проблеме крепления ГВ занимались многие НИИ и вузы, в числе которых следует упомянуть ИГД им. А.А. Скочинского и МГГУ (г. Москва), ВНИМИ и Национальный минерально-сырьевой университет "Горный" (г. Санкт-Петербург), Тульский национальный технический университет, Донуги и УкрНИМИ (г. Донецк), НГУ и ИГТМ НАНУ (г. Днепрпетровск), ДонГТУ (г. Алчевск), а также Краковская горно-металлургическая академия и Главный горный институт GIG в Катовице (Польша), Монтан-Университет Леобена (Австрия) и др. Изучению вопросов крепления посвящены многочисленные публикации отечественных и зарубежных ученых [1, 4-8]. Тем не менее, несмотря на обширность проведенных исследований и ценный накопленный опыт проектирования и эксплуатации стальных конструкций крепи, их до сих пор нельзя считать достаточно работоспособными, экономичными и надежными.

Таким образом, становится понятной актуальность правильного выбора конструкции крепи ГВ и научного обоснования ее геомеханических параметров. Для решения этой проблемы необходим правильный выбор основных направлений разработок, поэтому цель исследований настоящей работы – оценить эффективность различных конструкций крепи подготовительных горных выработок.

Основная идея исследований заключалась в сопоставлении различных показателей рамных конструкций крепи, - технических и экономических, - с использованием единого методического подхода на основании новых критериев эффективности, причем сравнивались крепи ГВ с одинаковым набором размещенного в них транспортное оборудования.

В данной работе объектом исследований являются рамные конструкции крепи

подготовительных ГВ, предметом исследований - их абсолютные и относительные технико-экономические показатели. Задача работы состояла в ранжировании крепей по различным сравниваемым показателям и выявление основных направлений их совершенствования.

Прежде всего, остановимся на особенностях взаимодействия крепи подготовительных ГВ с окружающим массивом. Главной отличительной чертой крепежных рам является то, что в условиях больших глубин разработок и высоких смещений породного контура необходимо обеспечить их устойчивость путем создания податливых конструкций с заданной работоспособностью. В угольной промышленности большинство подготовительных ГВ являются пластовыми или полевыми, пройденными согласно залеганию пород по падению, восстанию (наклонные ГВ) или простиранию (штреки и др.). При этом все конструкции крепи в зависимости от их формы можно условно разделить на два больших класса: с криволинейным (арочные, сводчатые, подковообразные и др.) и прямолинейным (прямоугольные, трапециобразные и др.) верхняком. Наиболее характерные и распространенные конструкции рамных крепей представлены на рисунке 1.

Достоинствами крепи трапецеобразной формы следует считать простоту оконтуривания ГВ при ее проведении по пласту, возможность использования природной прочности «пород-мостов» в кровле и почве, полноту использования сечения ГВ в свету для размещения оборудования. Однако этим крепям присущи заметные недостатки: прочность верхняка, самого ответственного элемента, ниже прочности стоек в десятки раз, и даже установка центральной стойки не может исправить этот недостаток. В результате даже при незначительном давлении с кровли такой верхняк ломается и ГВ нуждается в перекреплении, что недопустимо. Этот недостаток привел к почти полной замене такого типа крепи арочными конструкциями.

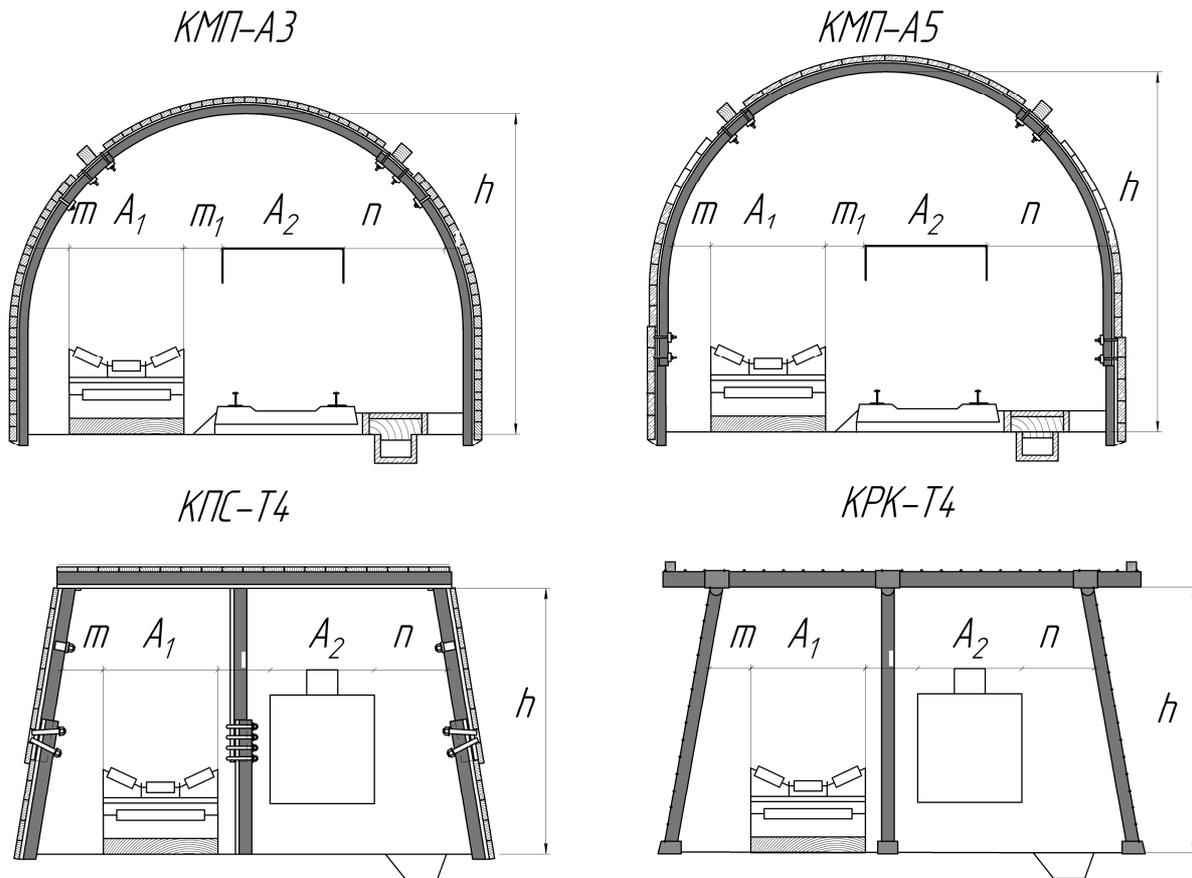


Рисунок 1 – Основные конструкции рамных крепей горных выработок – арочные (КМП-А3 и КМП-А5) и трапециобразные (КПС-Т4 и КРК-Т4)

Крепи с криволинейным очертанием и арочной формы верхняком появились в отечественной угольной промышленности в послевоенное время благодаря использованию для основных элементов (стоек и верхняка) специального взаимозаменяемого профиля СВП различных типоразмеров (14, 17, 22, 27, 33 и т.д.). За счет особой коробчатой формы профиля удалось создать работоспособный узел податливости на принципе проскальзывания вставленных друг в друга спецпрофилей, что происходит, когда продольная сила в элементе превысит некоторый пороговый предел сопротивления узла податливости. Узлы податливости в крепи выполняли важную роль ограничителей предельных нагрузок на крепь, существенно повышая ее надежность и работоспособность. Податливая крепь значительно превосходила все остальные конструкции по несущей способ-

ности и возможности приспособления к большим смещениям породного контура, особенно в условиях интенсивного проявления горного давления. Арочная форма крепи позволяла перекрывать большие пролеты ГВ и позволила решить проблему сооружения ГВ с запасом на осадку.

Основными преимуществами крепи арочной формы являются:

- предельная простота конструкции, все элементы в которой выполнены из одного и того же типоразмера спецпрофиля с одинаковым радиусом;
- высокая работоспособность в условиях больших смещений контура ГВ;
- возможность повторного использования элементов крепи.

Однако опыт широкого промышленного использования и обширные шахтные исследования в различных горно-геологических условиях арочной крепи выявил

ее довольно весомые недостатки:

- конструкция оказалась существенно неравнопрочной: перенапряженные локальные участки соседствуют с протяженными недогруженными с запасом прочности 5-10 и более;

- узлы податливости крепи, несмотря на многочисленные попытки совершенствования, оказались несовершенными;

- в пластовых ГВ арочный верхняк касается кровли на узком участке, отчего создавалась самая неблагоприятная нагрузка в виде сосредоточенной силы, что снижало работоспособность крепи в 2-3 раза;

- арочная рама нуждается в плотной забутовке закрепного пространства, что трудно выполнимо и без чего работоспособность крепи падает в 5-7 раз (до 3-5 т на раму вместо расчетных 30-40 т.).

Выбор формы и определение размеров ГВ является сложной инженерной задачей, решение которой зависит от природных, технологических и технико-экономических факторов. Следует учитывать назначение ГВ, тип размещаемого оборудования и транспортных средств при проходке и эксплуатации, проявления горного давления, особенности вентиляции и пр. Правила безопасности (ПБ) регламентируют зазоры и ограничения по размерам, скорость движения воздуха и пр.

Для равноценного сравнения были выбраны два типа ГВ различной формы с двумя размерами поперечного сечения в свету после осадки $A_{св}$ (рис. 1):

- вспомогательные ГВ, оборудованные одноколейным рельсовым путем с проходом для людей при $A_{св} = 6,0 \dots 6,2 \text{ м}^2$, что соответствует унифицированным типовым сечениям (УТС, лист 62) для арочной трехзвенной крепи КМП-А3;

- транспортные ГВ с ленточным конвейером, одноколейным рельсовым путем или монорельсовой дорогой и с проходом для людей при $A_{св} = 10,4 \text{ м}^2$ (для КМП-А3 - лист 70 УТС).

Принятые для анализа конструкции крепи сравнивались по техническим и экономическим показателям (рис. 2) и, до-

полнительно, по предложенным критериям работоспособности и эффективности. Целесообразно для сравнения различных конструкций крепи использовать критерий работоспособности:

$$K_p = P \cdot \frac{U}{m}, [\text{кДжс} / \text{кг}] \quad (1)$$

где P - несущая способность рамы крепи, кН; U - максимальная податливость крепи, м; m - масса рамы крепи, кг.

Критерий работоспособности отражает совершенство конструктивного решения крепи и показывает, какая работа по сопротивлению смещениям пород выполняет единица массы конструкции крепи. Чем выше критерий, тем более работоспособна крепь, тем менее она материалоемка.

Чтобы учесть стоимостные параметры крепи, следует воспользоваться критерием эффективности, который можно определить из выражения:

$$K_э = P/C, [\text{кН} \cdot \text{м} / \text{грн}] \quad (2)$$

где C - полная стоимость 1 рамы крепи, тыс. грн.

Физический смысл этого критерия - показать соотношение несущей способности к стоимости рамы, поэтому он отражает эффективность затрат на создание сопротивления рамы горному давлению.

К основным техническим показателям крепи (рис. 2 а, в) относятся площадь поперечного сечения выработки в свету после осадки $A_{св}$, м^2 , несущая способность одной рамы крепи P , кН, и масса одного комплекта крепи m , тонн. Оценка параметров крепей производили по относительной шкале в процентах по отношению к среднему значению параметра принятым вариантам крепи.

Размеры поперечного сечения выработки $A_{св}$ находили графоаналитически, для чего на чертеже наносили габариты транспортного оборудования (A_1 и A_2 на рис. 1) минимальные зазоры между оборудованием m_1 и между оборудованием и крепью m с учетом величины прохода для людей $n = 0,7 \text{ м}$ на уровне 1,8 м от балласта.

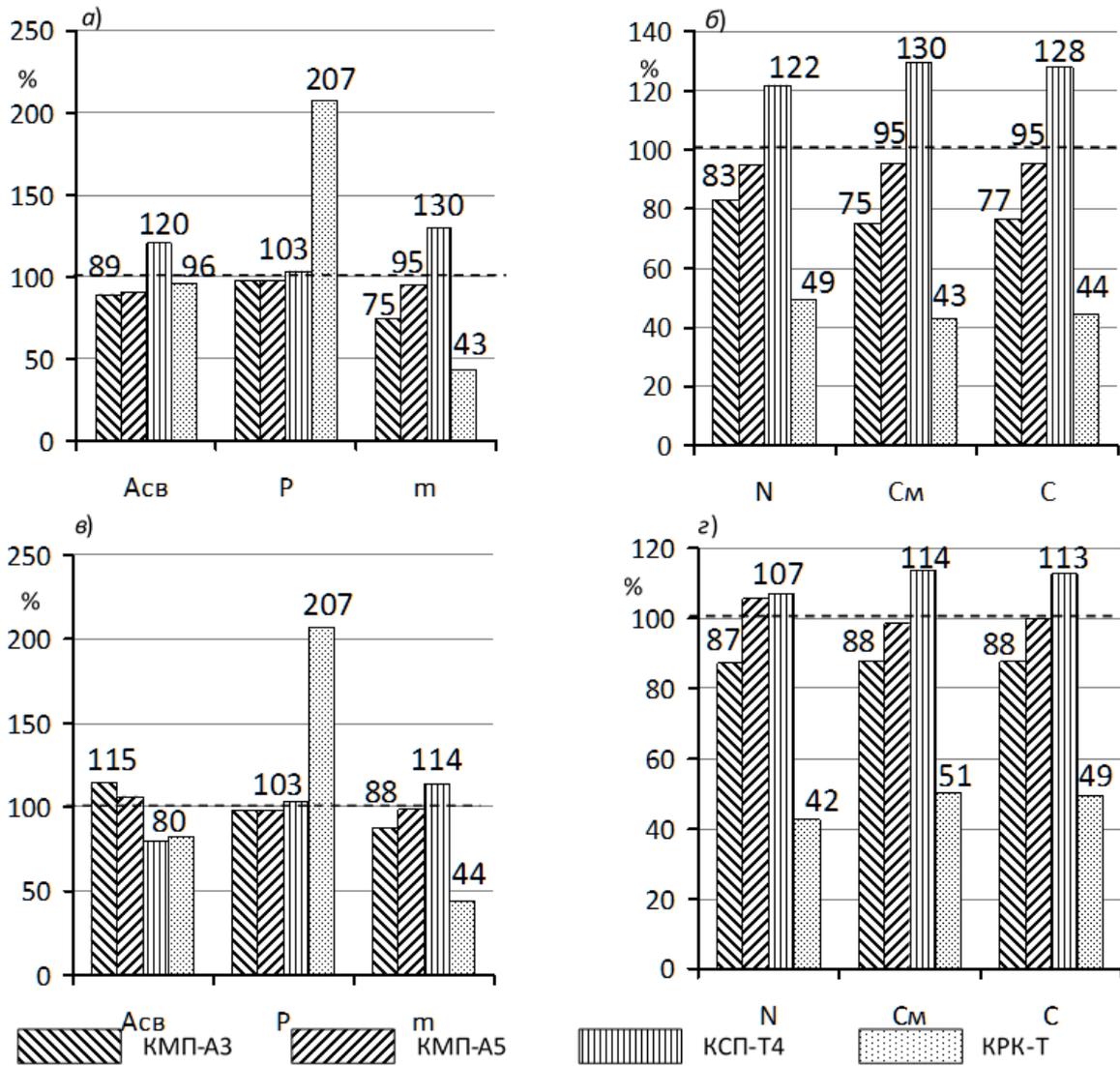


Рисунок 2 – Относительные (в %) технические (а, в) и экономические (б, з) показатели рамных крепей для однопутевых (а, б) и двухпутевых (в, з) ГВ

Затем вокруг габаритов оборудования с учетом зазоров очерчивали контур выработки в свету, вчерне и в проходке и определяли основные размеры поперечного сечения и его площадь.

Несущая способность рамных конструкций крепи P и масса комплекта крепи m принималась в соответствии с их паспортными данными, а для новой конструкции крепи рассчитывались поэлементно и зависела, в первую очередь, от несущей способности узлов податливости, а также устойчивости стоек и верхняка.

В качестве экономических критериев

сравнения (рис. 2 б, з) приняты трудоемкость монтажа крепи N, чел.-час., которая определялась на основании действующих норм времени, стоимость материалов C_m , грн. и полная стоимость комплекта крепи C, грн., которая включает затраты на оплату труда, эксплуатацию машин и стоимость материалов. Стоимостные показатели определялись в ценах IV квартала 2013г. путем составления ведомости ресурсов с помощью комплекса "Смета-online". Сравнение рамных крепей ГВ проводили на основе предложенных критериев работоспособности K_p и эффективности K_3 (рис. 3).

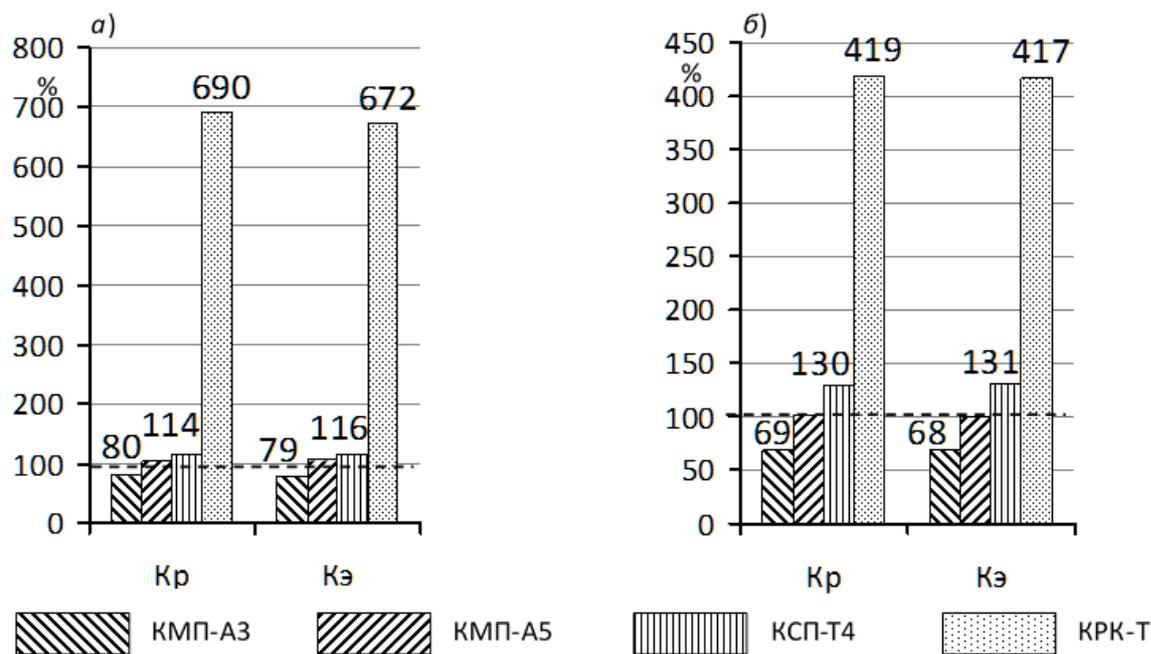


Рисунок 3 – Критерии работоспособности K_p и эффективности K_z рамной крепи для однопутевых (а) и двухпутевых (б) ГВ

Как альтернативное решение проблемы крепления была для сравнения в ряду известных рамных конструкций взята предложенная в ДонГТУ трапецеобразная крепь нового технического уровня КРК-Т4, в которой впервые были использованы общестроительные профили проката (двутавр, уголок, трубы), реализованы идеи полной заводской готовности, предварительного распора стоек и преднапряжения верхняка, механизированного возведения крепи и затяжки, отказа от забутовки и др.

Сравнивая технические параметры арочных и трапецеобразных крепей (рис. 2а и 2б), можно заключить, что по площади сечения в свету $A_{св}$ арочные крепи в однопутевых ГВ имеют преимущество на 10-15%, что обусловлено увеличением зазоров из-за наличия в трапецеобразных крепях центральной стойки, однако в двухпутевых выработках они явно хуже на 25-30%. По несущей способности рамы P существующие крепи примерно равноценны и находятся в пределах 10-20 т/раму в зависимости от технологии их возведения, однако новая крепь КРК-Т4 заметно (более чем в 2 раза) превосходит их. Особенно

важно сравнить крепи по массе m , которая заметно влияет на базовые результативные показатели крепи. Здесь благодаря рациональному использованию в крепи общестроительного сортамента проката (двутавр, уголки, трубы) новая крепь КРК-Т4 имеет минимальную массу, - примерно в 3 раза меньшую, чем у ближайшего аналога – крепь КСП-Т4, и более, чем в 2 раза меньшую среднеотраслевого уровня. В целом арочные конструкции по техническим показателям превосходят существующие крепи в форме трапеции, что и обусловило их доминирование на шахтах.

Еще более показательны результаты сравнения экономических показателей крепи (рис. 2в и 2г), по которым явным лидером следует считать новую конструкцию крепи КРК-Т4: она примерно в 2 раза лучше по трудоемкости N возведения (49%), стоимости материалов C_m (43%) и общей стоимости рамы C (44%) от среднеотраслевого уровня для рамных крепей. И по этим показателям существующие трапецеидальные крепи типа КСП-Т4 явно уступают арочным на 30-40% в однопутевых ГВ и 10-15% в двухпутевых ГВ, что делает нецелесооб-

разным их использование.

Итоговые обобщенные критерии работоспособности K_p и эффективности K_z крепи (рис. 3а и 3б) дают возможность наиболее полно оценить различные конструкции. Оказалось, что для всех рассмотренных ГВ арочные крепи уступают трапецеобразным на 20-30%, что обусловлено их недостаточной податливостью, которая меньше в 2-3 раза, чем у крепи с плоским верхняком. Хотя следует отметить, что в условиях малых смещений породного контура арочные крепи будут заметно предпочтительнее, чем крепи типа КСП-Т4.

По сравнению с существующим техническим уровнем рамных конструкций крепи выделяется крепь нового технического уровня КРК-Т4, которая превосходит общепромышленный уровень крепи в 6 раз по критерию работоспособности и в 4 раза по критерию эффективности.

Результаты исследования доказывают необходимость изменения отраслевой политики в области крепления в сторону отказа от существующих малоэффективных конструкций рамной крепи и переходу к широкому применению крепи нового технического уровня при сооружении подготовительных ГВ. В результате горная про-

мышленность может существенно сократить издержки производства и снизить себестоимость добычи угля на 15-20%, что даст прямой экономический эффект в размере 7-10 тыс. долларов на каждую 1000 тонн добытого угля.

Выводы и рекомендации.

Проведенные исследования на основании предложенной методики сравнения и новых критериев оценки позволили произвести ранжирование рамных конструкций крепи различной конструкции и формы по эффективности. При этом установлено, что эти крепи обладают существенными недостатками и не могут удовлетворить возросший уровень требований горной промышленности. С целью повышения технико-экономических показателей горной промышленности необходимо и повсеместно отказаться от арочной формы подготовительных ГВ и перейти на трапецеобразную, выработки следует проходить с нижней подрывкой под плоскую кровлю с применением высокоэффективной крепи нового технического уровня типа КРК-Т4, что позволит получить прямую экономию в размере 7-10 тыс. долларов на 1 Кт угля.

Библиографический список

1. Литвинский Г.Г. Стальные рамные крепи горных выработок / Г.Г. Литвинский, Г.И. Гайко, Н.И. Кулдыркаев. — К.: Техника, 1999. — 216 с.
2. Протоdjаконов М.М. Давление горных пород и рудничное крепление / М.М. Протоdjаконов. — М.-Л.: Гос. НТ издат., 1931. — 104 с.
3. Wieliczka and Bochnia Royal Salt Mines. www.worldheritagesite.org/sites/wieliczka.
4. Tajdus A. Geomechanika w budownictwie podziemnym. Projektowanie i budowa tuneli / Antoni Tajdus, Marek Cała, Krzysztof Tajdus. — Wydawnictwo AGH: Kraków, 2012. — 762 pp.
5. Hoek E. Practical Rock Engineering. — www.rockscience.com/educatinal/hoeks_corner. — 2010. — 237 p.
6. Hoek E. Overcoming squeezing in the Yacambú-Quibor tunnel / E. Hoek, R.Guevara // Venezuela. Rock Mechanics and Rock Engineering, Vol. 42. — 2009. — No. 2. — 389-418p.
7. Rabcewicz L.V. The New Austrian Tunneling Method / L.V. Rabcewicz // Water Power. — Part I, November 1964. — Part II, December 1964. — 511-515p. — Part III, January 1965. — 19-24p.
8. Rulka K. Stalowe obudowy odrzwiowe. Nove rozwiazanie konstrukcyjne i metode proektowania. Praca zbiorowa / K. Rulka — Katowice: GIG, 2008. — 263 p.

*Рекомендована к печати д.т.н., проф. Борзых А.Ф.,
д.т.н., проф. ДонНТУ Борщевским С.В.*

Статья поступила в редакцию 02.04.15.

д.т.н. Литвинський Г.Г., к.т.н. Смекалін Є.С. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

ЕФФЕКТИВНІСТЬ РАМНИХ КОНСТРУКЦІЙ КРІПЛЕННЯ

Проведено аналіз проблеми кріплення виробок у гірничій промисловості. Розглянуті й порівняні аркові й трапеціодальні конструкції кріплення. Запропоновано методичку техніко-економічного порівняння й критерії для оцінки рамних кріплень. Виявлено тенденції розвитку рамного кріплення й показані переваги кріплення нового технічного рівня. Дана оцінка економічного ефекту в гірничій промисловості при впровадженні нового кріплення.

Ключові слова: *рамне кріплення, вибір розмірів, несуча спроможність, податливість, роботоспроможність, критерії, ефективність.*

Ph.D. Litvinsky G.G., Ph.D. Smekalin E.S. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

EFFICIENCY OF THE FRAME SUPPORTS

The analysis of a problem for the frame supports of mine workings in the mining industry was fulfilled. Arched and trapezoidal designs of lining were considered and compared. Method of feasibility comparison and evaluation criteria for frame supports was suggested. Development trends for the frame support were found and the advantages of the up-to-date lining were identified. The estimation of economic benefits in the mining industry after the implementation of the new frame lining was given.

Key words: *frame support, mine workings, choice of size, shape of support, pliability, load-bearing capacity, compliance, performance, evaluation criteria, efficiency.*

УДК 622.28.042.4: 622.281.5

*д.т.н. Литвинский Г.Г.,
студ. Богданов А.С.,
студ. Бережняк А.А.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР, ligag@ua.ru)*

АНАЛИЗ ОПЫТА КРЕПЛЕНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Изучены условия проведения и крепления подготовительных горных выработок на ш. «Суходольская-Восточная». Дан анализ условий крепления и поддержания выработок на примере западного конвейерного штрека 25 западной лавы. Приведены примеры шахтных наблюдений деформаций рамной крепи и пучения пород почвы. Разработаны рекомендации по снижению стоимости крепления и поддержания штрека.

Ключевые слова: *производственный опыт, шахтные наблюдения, крепление, поддержание штрека, элементы охраны, рамная крепь, деформации, пучение почвы.*

В настоящее время большинство подготовительных горных выработок (около 90%) крепят стальной рамной крепью из спецпрофиля СВП арочного или трапециевидного очертания [1]. При этом существующие стальные рамы в форме трапеции имеют недопустимо низкую несущую способность (не более 50-70 кН) и были почти полностью вытеснены арочной крепью. Однако и эти крепи далеки от совершенства: у них недостаточная работоспособность, большая масса, их монтаж основан на использовании ручного труда, а при отсутствии забутовки закрепного пространства они легко деформируются даже при нагрузках 50-80 кН. Поэтому задача повышения работоспособности крепи подготовительных горных выработок (ПГВ) является актуальной. Цель данной работы – проанализировать опыт применения рамной крепи в сложных горно-геологических условиях ш. Суходольская-Восточная и дать рекомендации по креплению горных выработок в сложных условиях.

На шахте принят прямой порядок отработки пластов, что с позиций прогнозной (долговременной) эксплуатации горного предприятия чреват особо тяжелыми условиями поддержания подготовительных горных выработок, необходимо-

стью содержания все увеличивающейся сложной сети горных коммуникаций (транспорт людей, угля, породы, материалов, воды и вентиляции). Это ведет к резкому снижению эффективности добычи угля и технико-экономических показателей работы шахты. Себестоимость добычи угля увеличивается по сравнению с начальной в 1,5-2 и более раз (рис. 1),

Помимо прямого порядка отработки принята сплошная система разработки в самом худшем своем варианте. Не вдаваясь в исторические причины выбора на шахте столь неудачного инженерного решения, следует отметить, что участковые подготовительные выработки необходимо поддерживать и охранять в условиях высокого опорного давления позади лавы, что неминуемо приводит к необходимости их неоднократного ремонта, перекрепления и борьбы с пучением почвы. Затраты на такие непроизводительные работы могут многократно превысить стоимость проведения выработки. Горно-геологические условия усугубляются также тем, что очистные работы ведутся в уклонных полях, что крайне нежелательно и отрицательно сказывается на ТЭП работы шахты (транспорт, водоотлив и др.).

Горнотехнические условия охраны и крепления подготовительных горных выработок на шахте следует отнести к самым небла-

ГОРНЫЕ НАУКИ

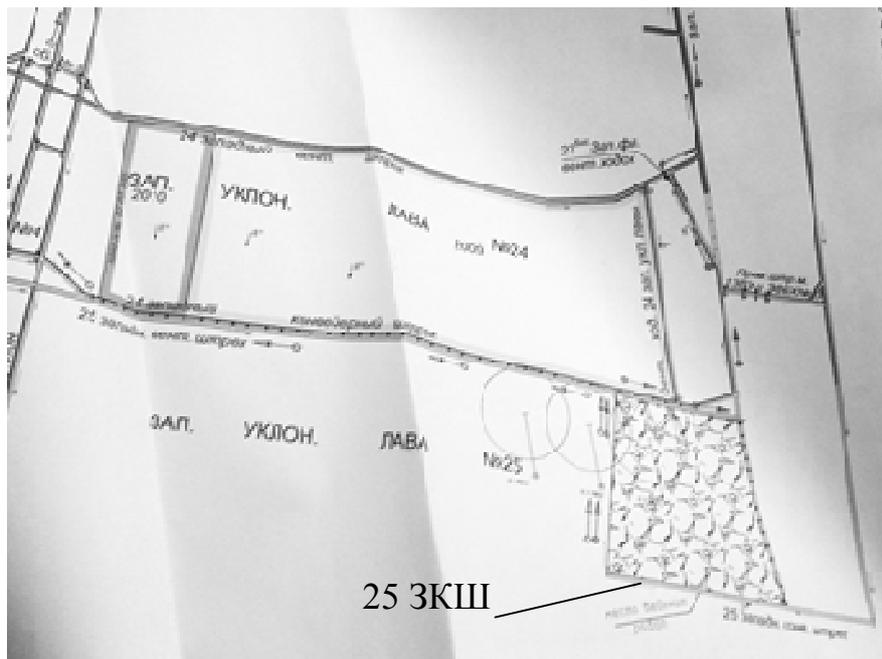


Рисунок 1 – Выкопировка из плана горных работ ш. Суходольская-Восточная

гоприятным из всех возможных. Рассмотрим эти условия (рис. 2) на примере западного конвейерного штрека лавы № 25 (25 ЗКШ). Особенности проведения, крепления и поддержания 25 западного конвейерного штрека (25 ЗКШ) состоят в следующем:

1. 25 западный конвейерный штрек проводится в соответствии с программой развития горных работ СП «Шахтоуправление «Суходольское-Восточное» по пласту $i_3^1 + i_3^6$ с подрывкой пород почвы. На-

значение выработки – подача свежей струи воздуха, доставка материалов и оборудования при отработке западной лавы № 25 пл. $i_3^1 + i_3^6$ гор. 915 м (рис. 1, 2). По правой стороне выработки проложены противопожарный став, став сжатого воздуха и токопроводящие кабели. По левой стороне смонтирован конвейер СП-202, а далее смонтирован ленточный конвейер для транспортировки горной массы из забоя 25

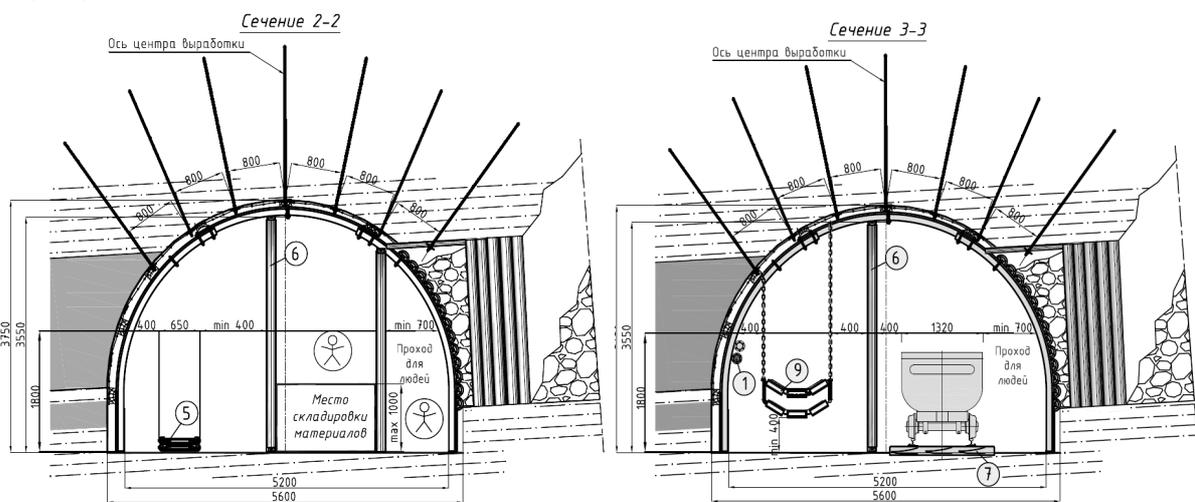


Рисунок 2 – Поперечное сечение конвейерного штрека в зоне сопряжения с лавой и после технологического отхода

западного конвейерного штрека пл. $i_3' + i_3^6$ гор. 915 м. Для доставки материалов в забой проложен рельсовый путь. По конвейерной цепочке горная масса транспортируется к погрузочному пункту 1 западного вспомогательного уклона, где отгружается в вагоны ВДК-2.5.

2. Выработка проводится по угольному пласту $i_3' + i_3^6$. Угольный пласт i_3' сложного трех-, четырех- пачечного строения, залегает моноклиально с углом падения 7-12°. Уголь черный, блестящий, штриховатополосчатый, с микропрослойками аргиллита, излом ступенчатый, контакт с вмещающими породами четкий. Разделяющий прослой представлен аргиллитом, реже углистым аргиллитом. Аргиллит - темно-серый до черного, горизонтально-слоистый, плитчатой отдельности, с микропрослойками угля.

3. Основная и непосредственная кровля пласта представлена алевролитами: темно-серыми, горизонтально слоистыми, с полойным скоплением углистого материала, малоустойчивыми и не устойчивыми в нижней части слоя 0,10-0,60 м из-за наличия углефицированных отпечатков растительности, что в свою очередь спровоцирует обрушения на высоту до 1,0 м. На небольших площадях в непосредственной кровле залегают аргиллиты темно-серые, плитчатой отдельности, средней крепости, устойчивость ниже средней.

4. Почва представлена алевролитами темно-серыми, горизонтально-слоистыми, трещиноватыми, с отпечатками корней и стеблей растений, средней крепости, средней устойчивости, в верхней части слоя 0,10-0,15 м комковатой текстуры «кучерявчик», слабый. На небольших площадях в непосредственной почве залегают аргиллиты темно-серые, плитчатой отдельности, средней крепости, устойчивость ниже средней. Алевролиты и аргиллиты непосредственной почвы при намокании склонны к «пучению».

5. При проведении выработки встречается мелкоамплитудная тектоника, незначительные размывы пласта со стороны кровли. В зонах нарушений породы кровли крайне неустойчивые, могут обрушаться на высоту до 2-2,5 м. Так же при выделении воды из кровли устойчивость алевролитов непосредственной кровли значительно снижается.

6. Угольный пласт i_3' опасен по внезапным выбросам угля и газа, выдавливанию. Песчаники кровли и почвы выбросоопасны. На расстоянии 0,12...0,40 м от угольного пласта i_3' со стороны почвы находится угрожаемый по внезапным выбросам угля и газа пласт i_3^6 .

Наиболее важные параметры паспорта проведения и крепления конвейерного штрека 25 ЗКШ представлены на рисунке 3.

Обращает на себя внимание необычайно мощная система крепления выработки, которая представляет собой комбинированную систему анкерной и стальной арочной крепи с усилением деревянными стойками (рис. 2, 3).

1. Анкерное крепление выработки осуществляется сталеполлимерной анкерной крепью повышенной несущей способности со следующими параметрами: шаг установки анкерной крепи – 800 мм; расстояние между анкерами по ширине выработки – 800 мм; анкер металлический Ø25 мм $L=2400$ мм; ампулы с полиэфирным составом Ø28 мм $L=300\div 600$ мм, подхват $L=2500$ мм (2 шт.).

2. Параметры стальной арочной крепи приняты в соответствии с расчетом, по которому для крепления 25 западного конвейерного штрека выбрана арочная крепь КЦЛО-14,6 из профиля СВП-33 с узлом податливости ЗПК. Плотность крепи составляет 2 рамы/м. Стойки крепи устанавливаются поочередно в лунки и скрепляют межрамными стяжками с ранее установленной рамой; боковые межрамные стяжки

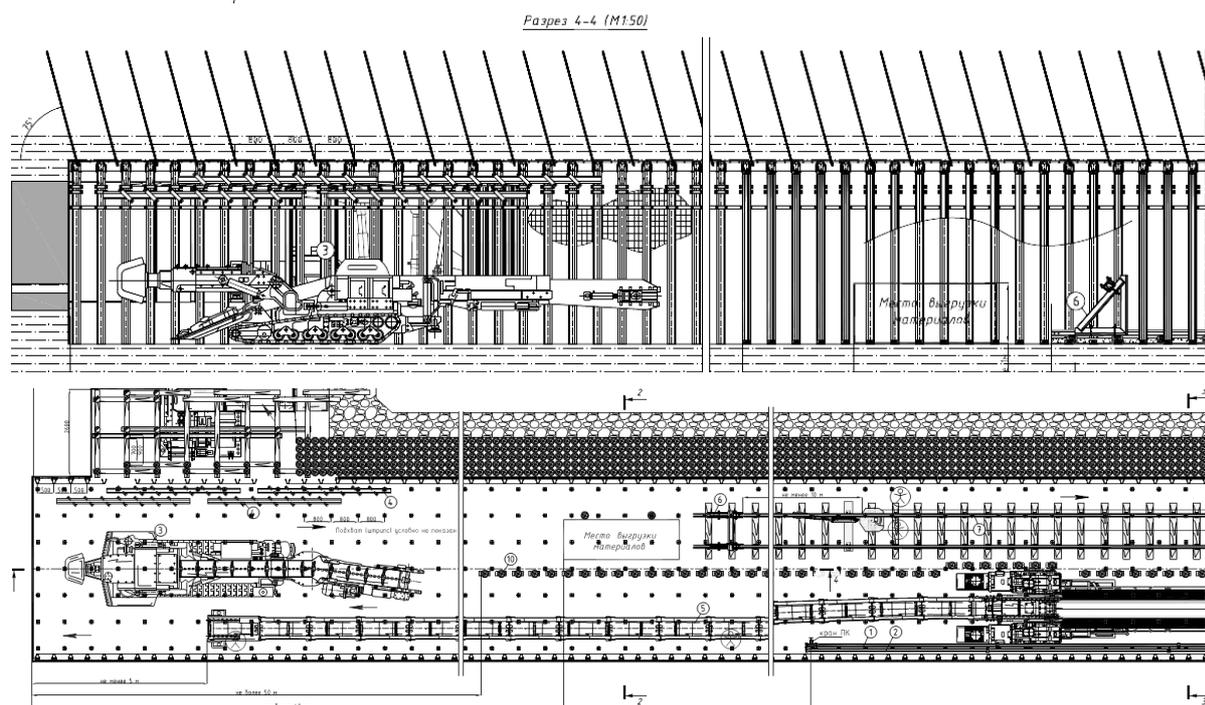


Рисунок 3 – Паспорт проведения и крепления конвейерного штрека 25 ЗКШ: продольный разрез и вид сверху

располагают с учётом ожидаемой податливости крепи, но не менее чем на 0,4 ниже соединительных узлов. При наличии слабых пород в почве, стойки устанавливают на лежни или на деревянные подкладки. Между соединительными замками смежных рам забивают межрамные деревянные распорки и арку заклинивают не менее чем в пяти точках деревянными клиньями в положении, соответствующем паспорту крепления.

3. Затяжка кровли и боков по всему сечению выработки предусмотрена сеткой-затяжкой 800 x 1000 мм с величиной ячейки 100 x 100 мм. Крепление сетки-затяжки между собой осуществляют крючками. Для недопущения просыпания горной массы с боков выработки ведут установку 2 боковых анкеров $L = 2400$ мм с применением сетки – затяжки.

Ввиду невозможности выполнения паспорта крепления из крепи КЦЛО-14,6 (ОАО «Геомеханика») по техническим и организационным причинам, была принята стальная рамная арочная крепь КМП из спецпро-

филя СВП-33 с верхняком уменьшенной длины и узлом податливости ЗПК (рис. 4).

Как следует из анализа горно-геологических условий, выработка находится в очень сложных ГГУ, а принятые технические решения для крепления выработки нельзя признать безошибочным. Поскольку выработка поддерживается вслед за лавой (рис. 1-3), а пласт угля имеет сложное строение с общей средней мощностью до 2,4 м, то выработка попадает в зону интенсивного стационарного опорного давления в краевой части выработанного пространства по схеме «массив угля – обрезная крепь – выработанное пространство» [2].

Прогнозируемые смещения пород кровли выработки за лавой для такой схемы поддержания составят (что подтверждается реальным поведением пород – (см. рис. 4): со стороны массива угля, согласно выполненным исследованиям, 0,5...0,7 м; со стороны выработанного пространства – 1,2...1,7 м. Поскольку вертикальная конструктивная податливость принятой крепи не превышает 0,3...0,5 м, а узлы подат-

ливости при уменьшенном верхняке крепи расположены почти перпендикулярно направлению преобладающих вертикальных смещений пород, крепь апостериори неминуемо оказалась полностью деформирована не только на податливом участке ее деформационно-силовой характеристики, но и при работе в квази-жестком режиме взаимодействия с массивом.

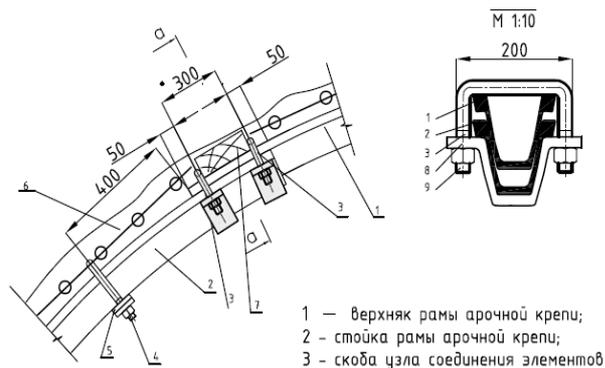


Рисунок 4 – Узел податливости крепи КМП

Попытка увеличить устойчивость выработки за счет увеличения плотности крепи и применения тяжёлого спецпрофиля в конструкции (СВП-33) является неэффективной, поскольку любое увеличение несущей способности крепи не способно повлиять на смещения основной кровли после прохода лавы, не спасает положение и установка в штреке дополнительных деревянных стоек по центру выработки;

Нельзя признать охрану выработки после лавы со стороны выработанного пространства органной крепью из пяти рядов деревянных стоек удовлетворительным техническим решением, так как:

а) стойки установлены непосредственно на берму, что приводит к ее разрушению и потере несущей способности стоек;

б) стойки не обладают необходимой податливостью, что ведет к излишней концентрации нагрузок на них и вызывает их поломку;

в) стремление удержать массив над выработкой за счет его опоры на массив угля и обрезную крепь со стороны выработанного пространства далеко не всегда может быть успешна при применении жестких элементов крепления и охраны (анкера, арочная крепь после исчерпания податливости, стойки обрезной крепи и дополнительные стойки в выработке).

Общее представление о состоянии 25 ЗКШ по мере удаления от сопряжения с уклоном можно проследить по фотографиям (рис. 5-9). Если в начале состояние штрека можно считать удовлетворительным, что объясняется наличием опоры в виде массива пород со стороны уклона, то далее с возрастанием номеров пикетов (ПК) его состояние ухудшается. На рисунке 5 видно нарастание деформаций крепи в штреке 25 ЗКШ по мере удаления от уклона (рис. 1): а) начальное состояние крепи, б) разрывы концов стоек на узлах податливости, малая величина скольжения элементов рамы в узлах податливости, в) потеря арочной формы в виде выполаживания верхняка вплоть до обратного изгиба. Это безуспешно пытались предотвратить установкой дополнительных стоек под узлы податливости, которые из-за изгиба верхняка выключились из работы.

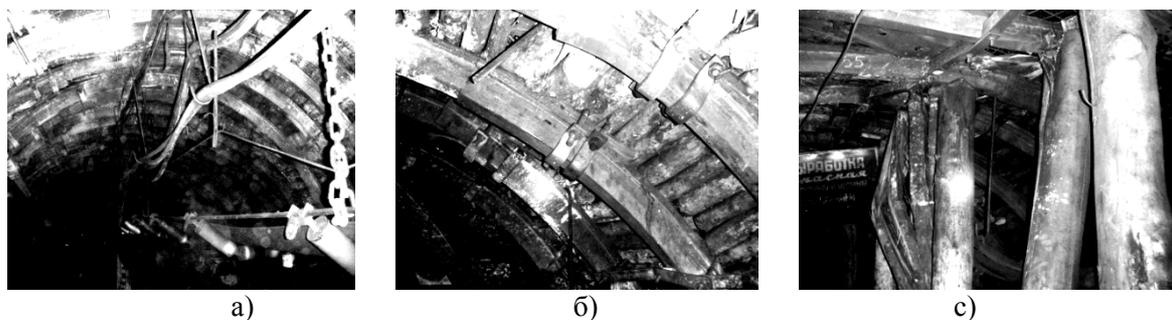


Рисунок 5 – Общий вид крепи 25 ЗКШ по мере удаления от уклона



Рисунок 6 – Деформации стоек рамной крепи КМП в виде потери продольной устойчивости и скручивания профиля

Состояние стоек крепи 25 ЗКШ по мере удаления от сопряжения с уклоном (ПК 6-8) ухудшается: явственно прослеживается полная потеря общей устойчивости стоек крепи (по Эйлеру) и местная потеря устойчивости стенок профиля, которая оказалась явно недостаточной несмотря на применение спецпрофиля СВП 33. Стойки полностью потеряли несущую способность (сопротивление), что чревато завалом выработки.

На рисунке 7 можно наблюдать ухудшение состояния верхняков арочной крепи КМП в штреке 25 ЗКШ. На первом фото представлена типичная картина наклона рамы вдоль выработки после ее предварительной деформации в виде разрывов днища спецпрофиля и потери его общей и местной устойчивости. Такие рамы обладают ничтожной несущей способностью и представляют угрозу для горнорабочих



Рисунок 7 – Деформации верхняков рамной крепи КМП: разрывы сплошности, потери продольной устойчивости и скручивания профиля



Рисунок 8 – Состояние сетчатой затяжки и межрамных стяжек рамной крепи КМП



Рисунок 9 – Пучение почвы

из-за возможного внезапного обрушения.

Важную информацию дает изучение характерных деформаций сетчатой затяжки и межрамных стяжек (рис. 8). Обращает на себя внимание факт ее удовлетворительной, по сравнению с арочной крепью, сохранности в боках выработки, несмотря на то, что затяжки между собой соединены явно ущербной конструкцией – всего лишь крюками в виде отогнутых концов, что снижает их несущую способность в 3-4 раза.

В штреке в зоне стационарного опорного давления после прохода лавы наблюдается довольно интенсивное пучение почвы (рис. 9). Пучение проявляется уже на небольшом расстоянии от забоя (около 10-20 м) и происходит путем выдавливания слоев пород в виде продольно-поперечного изгиба и потери устойчивости [3]. Пучение, которое приводит к подъему пород до 1-1,5 м, существенно усложняет нормальную эксплуатацию штрека и требует проведение постоянной подделки пород. Установленные промежуточные деревянные стойки после начала проявления пучения не способны сдержать выдавливания пород и часто оказываются сломанными.

Выводы. В результате изучения опыта крепления горных выработок в условиях шахты можно дать следующие рекомендации по креплению выработки, которые позволят снизить стоимость крепления в 2-3 раза и снизить затраты на поддержание выработки в 1,5-2 раза:

1. Поскольку рамная крепь в силу особенностей размещения относительно пласта угля оказывается под сосредоточенным давлением со стороны кровли без бокового подпора и учитывая высокие смещения пород кровли, которые после установки анкеров смещаются вниз как единое целое, а также то обстоятельство, что узлы податливости оказались установленными не по направлению смещений, следует заменить крепление горной выработки на крепь КПС –Т из спецпрофиля СВП 22 с шагом установки рам 0,8 м и конструктивной вертикальной податливостью 1,2 м в замках типа ЗПК. При этом состояние выработки по крайней мере не ухудшится, а трудовые и материальные затраты на крепление снизятся в 1,5-2 раза.

2. Наиболее эффективной для подобных ГГУ следует считать крепь рамную распорную КРР-Т4 конструкции ДонГТУ. Ее основная особенность состоит в использовании для несущих элементов сортамента общестроительного назначения и предварительного распора крепи в кровлю с использованием мощной центральной стойки, которая устанавливается в центре верхняка. При этом сам верхняк благодаря своим консолям по концам предварительно напрягается. Это приводит к суммарному увеличению работоспособности верхняка и крепи в целом в 8-10 раз.

3. Вместо решетчатой сварной затяжки с неэффективными крюковыми соединениями следует применить решетчатую равнопрочную затяжку конструкции ДонГТУ, которая обладает при той же массе удвоенной несущей способностью и высокой надежностью.

Библиографический список

1. Литвинский Г. Г. Стальные рамные крепи горных выработок / Г. Г. Литвинский, Г. И. Гайко, Н. И. Кулдыркаев. — К.: Техника, 1999. — 216 с.
2. Литвинский Г. Г. Опорное давление и устойчивость подготовительных выработок / Г. Г. Литвинский. — Уголь Украины, 1981. — № 4. — С. 19-22.
3. Литвинский Г. Г. Механизм пучения пород почвы в подготовительных выработках / Г. Г. Литвинский. — Уголь, 1987. — № 2. — С. 15-17.
4. Литвинский Г. Г. Рамная полигональная крепь из коробчатого профиля / Г. Г. Литвинский, Э. В. Фесенко. — Уголь, 2014. — № 6. — С. 19-24.

*Рекомендована к печати д.т.н., проф. ДонГТУ Клишиным Н.К.,
д.т.н., проф. ДонНТУ Борщевским С.В.*

д.т.н. Литвинський Г.Г., студ. Богданов О.С., студ. Бережнюк О.О.
(ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

АНАЛІЗ ДОСВІДУ КРІПЛЕННЯ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК В СКЛАДНИХ ГІРНИЧО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ

Вивчені умови проведення та кріплення підготовчих гірничих виробок на ш. «Суходольська-Східна». Дан аналіз умов кріплення і підтримання виробок на прикладі західного конвеєрного штреку 25 західної лави. Наведені приклади шахтних спостережень деформацій рамного кріплення і здимання порід ґрунту. Розроблені рекомендації по зниженню вартості кріплення і підтримки штреку.

Ключові слова: виробничий досвід, шахтні спостереження, кріплення, підтримання виробки, елементи охорони, рамне кріплення, деформації, здимання ґрунту.

Doctor Engineering Litvynskiy G.G., Bachelor degree seeker Bogdanov A.S., Bachelor degree seeker Berezhnyak A.A. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

ANALYSIS OF SUPPORT EXPERIENCE OF DEVELOPMENT HEADINGS UNDER DIFFICULT MINING AND GEOLOGICAL CONDITIONS

Conditions for carrying and supporting of development headings in «Sukhodolskaya-Vostochnaya» mine were studied. Condition analysis for excavation supporting and maintenance on the base of west belt entry of the 25-th west longwall was given. Observations results of frame support deformations and rock heaving were presented. Recommendations on cost reduction for support and gallery maintenance were developed.

Key words: production experience, mine observations, supporting, maintenance, elements of protection, frame support, deformations, rock heaving.

УДК 622.281.4.001

к.т.н. Коробкин С. Г.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ЗАРЯДОВ ВЫБРОСА ПОРОДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ НИМИ

Исследована совместная работа взрывных шпуровых зарядов при выбросе породы в зависимости от расстояния между ними. Опытное взрывание проводилось в лабораторных условиях на образцах из эквивалентных материалов на лабораторном стенде с помощью электроимпульсной станции. Получены оптимальные расстояния между смежными зарядами для выброса максимального количества породы.

Ключевые слова: опытная модель, лабораторный стенд, взрыв, объем выброса, эффективность.

Введение. В горной практике при ведении буровзрывных работ для отбойки породы одиночные заряды применяются довольно редко.

Поэтому, при одновременном взрывании серии шпуровых зарядов необходимо знать особенности их взаимодействия. Исследованиями показано, что в начальный момент взрыва волна напряжений вокруг каждого заряда распространяется в среде аналогично одиночному взрыву. Так происходит до тех пор, пока волны напряжений от соседних зарядов не встречаются друг с другом, после чего возникает сложная картина их интерференции с заметной разницей в интенсивности дробления среды по линии, соединяющей заряды и в направлении линии наименьшего сопротивления (W) [1].

При мгновенном взрывании зарядов и коэффициентом их сближения равным $m=0,6$ предельное значение W увеличивается на 20% [2].

Для проведения исследований взаимодействия зарядов в лабораторных условиях применялась электроимпульсная станция (ЭИС), работающая на основе моделирования взрыва электрическим импульсом через проволочку диаметром 0,35-0,5 мм, по методу У.Г.Чейза и Г.К.Море [3].

Цель исследований состоит в изучении эффективности взаимодействия взрываемых смежных зарядов, исходя из количе-

ства отбитого от модели эквивалентного материала.

Объектом исследований является модель горной породы, выполняемая из эквивалентных материалов и состоящая из смеси песка, древесной муки и гипса в соотношении 1:1:0,5.

Модель для испытаний изготавливалась из заранее отлитой и высушенной заготовки с проволочными разрядниками, помещенной в металлическую обойму прямоугольной формы (рисунок 1).

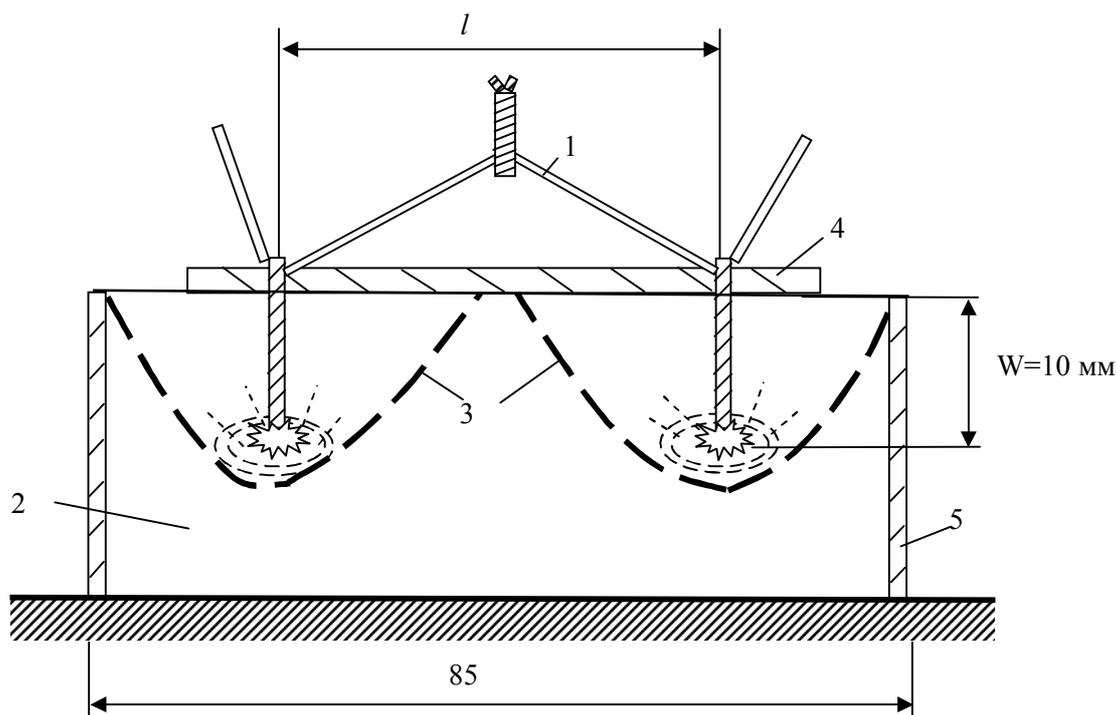
Задача исследований – оценить эффективность совместной работы зарядов выброса с целью выбора рационального расстояния их сближения (l).

Конструкция и принцип работы ЭИС детально описаны в [4].

Разрядники в блоке заглублялись на 10 мм и соединялись последовательно. Расстояния между разрядниками выбирались из соображений взаимного влияния зарядов:

$$l_1 = 0,5, W = 5 \text{ мм}; \quad l_2 = W = 10 \text{ мм}; \\ l_3 = 3, W = 30 \text{ мм}; \quad l_4 = 4, W = 40 \text{ мм}.$$

Для каждого выбранного расстояния между разрядниками проводилось по пять опытных взрываний с замером объема отбитого от образца материала при постоянной энергии разрушения 300 Дж. Результаты заносились в таблицу 1 и представлены на соответствующем графике (рисунок 2).



1 – проволочные разрядники, 2 – опытный образец, 3 – воронки выброса, 4 – фиксирующая резиновая пластина, 5 – металлическая обойма.

Рисунок 1 – Конструкция модели для испытаний

Таблица 1 – Зависимость объема выброса от расстояния между зарядами

Расстояние между зарядами, l , (мм)	Объем выброса материала, V (мм ³)	Среднее значение объема выброса, V_{cp} (мм ³)
$l = 0,5 W$, (мм)	8,5	8,24
	8,3	
	8,2	
	8,1	
	8,0	
$l = W$, (мм)	9,3	9,0
	9,2	
	9,0	
	8,9	
	8,6	
$l = 3 W$, (мм)	8,2	7,88
	8,1	
	8,0	
	7,8	
	7,3	
$l = 4 W$, (мм)	6,6	6,4
	6,5	
	6,7	
	6,2	
	6,0	

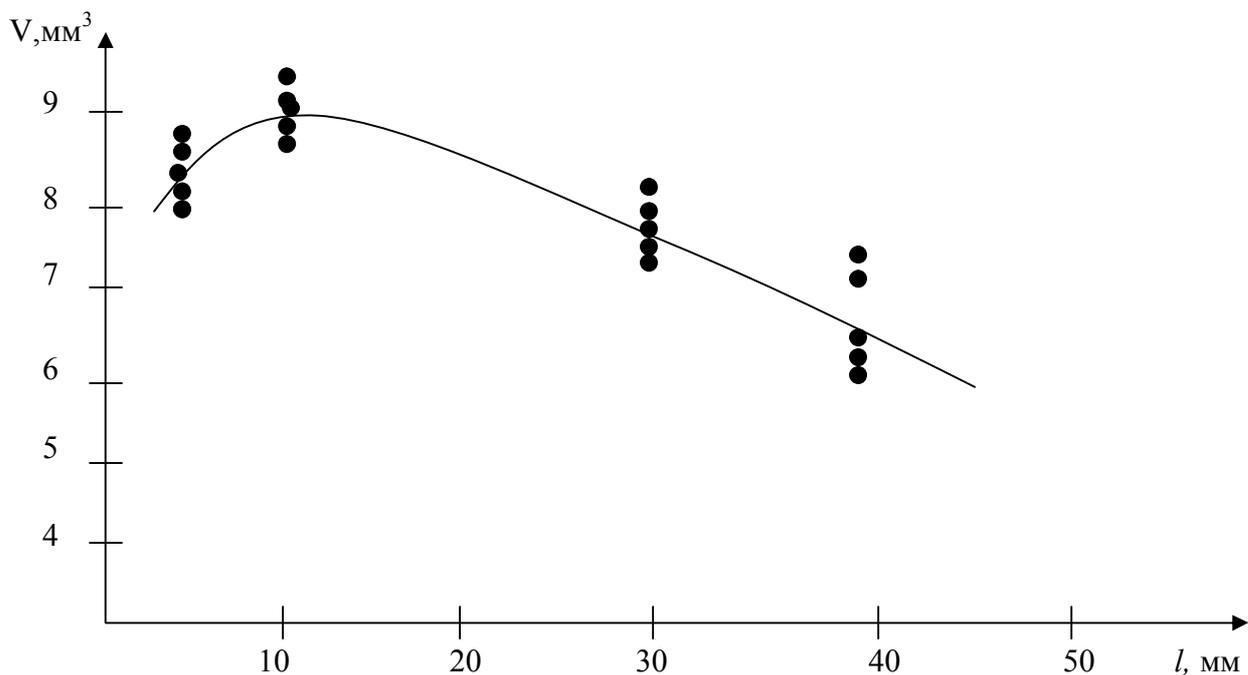


Рисунок 2 – Залежність об'єму виброшенного матеріалу від відстані між зарядами

Выводы:

1. Предложен способ моделирования взрыва на лабораторном стенде для оценки эффективности совместной работы зарядов выброса.

2. Определено наиболее рациональное расстояние между сближенными зарядами $l=W$ при котором происходит максимальный отбой породы.

Библиографический список

1. Кутузов Б. Н. Разрушение горных пород / Б. Н. Кутузов, А. Ф. Суханов. — М.: Недра, 1989. — 321 с.
2. Кутузов Б. Н. Оценка взрывного разрушения горных пород. [Раздел 1] / Б. Н. Кутузов, В. К. Рубцов. — М.: МГИ, 1970. — 128 с.
3. Чейз У. Г. Электрический взрыв проводников / У. Г. Чейз, Г. К. Море. — М.: Мир, 1965. — 360 с.
4. Коробкин С. Г. Моделирование действия взрыва в горной породе с помощью электроимпульсных разрядов / С. Г. Коробкин // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. — Алчевск: ДонДТУ, 2013. — Вып. 41. — С. 47-52.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Литвинским Г.Г.,
д.т.н., проф. НТУ «КПИ» Гайко Г.И.

к.т.н. Коробкін С.Г. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

ДОСЛІДЖЕННЯ СПІЛЬНОЇ РОБОТИ ЗАРЯДІВ ВИКИДУ ГІРСЬКОЇ ПОРОДИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВІДСТАНИ МІЖ НИМИ

Досліджена спільна робота вибухових шнурових зарядів при викиді породи в залежності від відстані між ними. Опитні вибухи проводились в лабораторних умовах на зразках з еквівалентних матеріалів на лабораторному стенді з допомогою електроімпульсної станції. Отримані оптимальні відстані між суміжними зарядами для викиду максимальної кількості породи.

Ключові слова: опитна модель, лабораторний стенд, вибух, об'єм викиду, ефективність.

PhD, Korobkin S.G. (*DonSTU, Alchevsk, LPR*)

INVESTIGATION OF JOINT ACTION OF CRATER CHARGES DEPENDING ON DISTANCE BETWEEN THEM

Joint action of blast-hole charges at cratering explosion depending on distance between them was investigated. Test blasting was carried out in laboratories with equivalent pattern materials using electropulse station. The optimum distances between joint charges for maximum quantity of cratering explosion were obtained.

Key words: *tested sample, test station, explosion, outburst of volume, efficiency.*

УДК 622+669+902.01

к.г.н. Шубин Ю.П.

(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР, shubin205@yandex.ru)

ГОРНАЯ АРХЕОЛОГИЯ – НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Многолетние комплексные исследования археологических памятников прошлого в Донбассе с привлечением методов технических и естественных наук позволили воссоздать целостную картину металлопроизводства в эпоху поздней бронзы на территории Донбасса и прилегающих территориях. Кроме того, опыт применения различных методов исследований позволил отобрать набор наиболее эффективных из них, предложив их для решения конкретных частных задач. На основании опыта исследовательского поиска, применённого на объектах древнего металлопроизводства разработана терминология и очерчены контуры нового междисциплинарного направления – горной археологии.

Ключевые слова: *металлопроизводство, палеометалловедение, горная археология, производственная деятельность, геоархеология, металлургия, горное дело.*

Со второй половины XX века в сферу археологических исследований начали вовлекаться объекты древнего горно-металлургического производства. Последнее потребовало в связи с нестандартностью решаемых задач привлечения специалистов горного, металлургического и строительного направлений [1]. Одним из основоположников изучения вопросов древнего металлопроизводства Евразийского региона явился Е.Н. Черных, который на основании обобщения имеющихся на то время скудных данных выполнил обобщения и ввёл новую терминологию, которая была крайне необходима для археологических исследований объектов производственной деятельности [2]. На то время уровень разработки терминологии был адекватный накопленному к тому времени фактологическому материалу. Масштабные археологические исследования объектов металлопроизводства, проведённые в последние десятилетия, в том числе и многолетние исследования древних медных рудников Бахмутской котловины Донбасса, позволили выйти на новый уровень обобщений и видения рассматриваемой проблематики [3].

Методика исследований таких памятников включает прежде всего методы геоархеологии, а также методы, которые относятся к сфере собственно металлургии и металлообработки, строительного дела, а также группу классических археологических методов исследований (типологический анализ изделий, стратиграфический, палеозоологический, палеоботанический, палеоанатомический, радиоуглеродный анализ). Обязательным при этом являются работы по моделированию производственного процесса (горно-проходческого, обогатительного, металлургического, строительного, металлообрабатывающего).

Проведены комплексные исследования разных аспектов производственной деятельности с привлечением геологических исследований (изучение геологического строения меднорудных объектов, формы и условий залегания рудных тел, химического, минерального состава и структурно-текстурных особенностей медных руд, рудовмещающих горных пород и каменных изделий), изучения вопросов горного дела (прочностные характеристики вмещающих горных пород и древних каменных орудий, использованных для проходки горных выработок, технология добычи и обогаще-

ния медных руд), металлургии и металлообработки (экспериментальное моделирование древней технологии выплавки меди, лабораторные исследования вещественного состава медеплавильных шлаков, штейнов, слитков и изделий из металла). Моделирование горнопроходческого процесса, обогащения, металлургического передела, металлообработки, технологии изготовления орудий производственного и бытового назначения, реконструкции жилых и производственных построек и технологии строительства позволит, в конечном счёте, выйти на реконструкцию технологий древнего производства в целом. Последнему в частности служит сопоставление археологических материалов - свидетельств древнего производственного процесса и материалов по экспериментальному моделированию технологических процессов. Так, параллельное исследование характера перераспределения примесных химических элементов по продуктам металлургического передела в археологических шлаках и шлаках экспериментальных плавов позволило воссоздать технологию металлургического процесса. Последняя включает в себя подготовку рудного концентрата, собственно технологию металлургического передела, конструкцию металлургической печи и вспомогательных приспособлений (меха, сопла, тигли).

Привлекались также палеоботанические исследования культурного слоя, палеозоологические исследования обнаруженных фрагментов костей, радиоуглеродный анализ углеродсодержащих артефактов (кости, керамика, зола). Исследования характера сработанности поверхности каменных и костяных орудий трассологическими методами, разработанными и широко применяемыми археологами, позволили установить характер выполняемых ими операций, а значит – их функциональное назначение. Изучение вскрытых раскопками древних построек производственного и жилого назначения позволяют выполнить их реконструкцию. Обнаруженные при

этом фрагменты стен построек требуют отдельных исследований специалистами в области строительства, в том числе исследования вещественного состава цемента каменной кладки [4].

Обобщение и анализ материалов по каменным и костяным орудиям труда в срезе их функционального назначения, обнаруженных в пределах Картамышского археологического микрорайона, позволили выявить характер и структуру его производственной деятельности, начиная от добычи через обогащение, её металлургический передел до получения металлических изделий. Так, изучение материалов по химическому составу металлических изделий периода энеолит – поздняя бронза в пределах Днепро-Донского региона позволило установить зависимость между содержанием бронзообразующих примесей и функциональным назначением металлических изделий, то есть необходимостью их специального дозированного введения в каждом конкретном случае для придания металлу требуемых свойств.

Понимание широты спектра производственной деятельности, особенностей её функционирования, а также картографирование специализированных в области металлообработки поселений, позволили понять закономерности территориального расположения объектов производственной деятельности, а также их взаимодействие между собой в системе единого металлопроизводства соответствующей культурно-исторической общности. Последнее, а также учёт специфики объектов и методов исследований позволило выделить нами новое междисциплинарное научное направление – горную археологию. Центральное место в этом научном направлении занимает геоархеология, в котором используется широкий спектр геологических методов исследований для решения вопросов археологических реконструкций (петрография, минералогия, геохимия, минераграфия, аналитика, региональная и историческая геология, вулканология, гид-

рогеология, геоморфология, геофизика, учение о полезных ископаемых).

Исследования археологического материала – свидетельств производственной деятельности - орудий труда, руд, металлов, шлаков и штейнов геологическими методами позволяют также решать вопросы сугубо геологического характера – привязки вещественных свидетельств производственной деятельности к сырьевой базе, то есть существует обратная связь, когда упомянутые материалы служат поисковыми признаками при поисках месторождений полезных ископаемых. При этом традиционный типологический анализ, широко применяемый археологами при описании артефактов (керамики, каменных и костяных орудий, металлических изделий) позволил косвенно подтвердить увязку объектов древнего металлопроизводства Среднего Дона к меднорудной сырьевой базе Бахмутской котловины Донбасса [5]. Полученные результаты исследований позволяют в ретроспективе оценить уровень развития производственных технологий и связанных с ними соответственно, технических знаний на разных этапах исторического развития. Немаловажным при этом является также картографирование результатов исследований, что совершенно необходимо для воссоздания целостной картины производственной деятельности, с которой тесно связаны такие сферы человеческой деятельности, как товарообменные операции, скотоводство и земледелие. Последние чрезвычайно важны, поскольку экспорт и импорт рудных концентратов, каменных изделий и заготовок для их изготовления, металлических слитков и изделий из них позволяют воссоздать целостную картину древнего металлопроизводства. Кроме того при этом важно прослеживание путей миграции минерального сырья, металлических слитков и изделий для очерчивания ареала распространения вещества и оценки масштабов металлопроизводства территорий, привязанных к тем или иным центрам горнометаллургической деятельности. На-

дёжным критерием такой увязки является рудное минеральное вещество, а также его реликты в продуктах переработки – шлаках, штейнах, металле и металлических изделиях [5].

Для оценки масштабов горнометаллургической деятельности также необходима оценка объёмов добытого минерального сырья (горной массы, руды и металла в ней). При этом учитываются размеры древних горных выработок, объёмы породных отвалов, морфология рудных тел, среднее содержание меди в руде, возможная технология обогащения руд, а также возможное извлечение металла при металлургическом переделе. Такие исследования проводились нами и нашими коллегами [6, 7].

Металлопроизводство помимо добычи, обогащения, собственно металлургии, включает в себя и металлообработку, конечными продуктами которой являются готовые изделия. А.Д. Пряхин ввёл термин палеометалловедение, объединяющий все производственные циклы от добычи руды до получения готовых изделий в древности [8]. Целесообразность такого объединения очевидна, поскольку необходимо объединение знаний всех этапов производственной деятельности, конечной целью которой являлось получение готовых металлических изделий.

Широкое использование костяных орудий в горном и металлургических циклах требует изучения скотоводства прошлого и выполнения связанных с ним палеозоологических исследований.

Изучение минеральных и органических компонентов погребённых почв изучаемого периода позволяет определить палеоклиматические условия, характер растительности, которые вместе определяют условия и особенности ведения горных работ, а также возможные причины их окончания.

Предложенный В.В. Зайковым термин «рудная геоархеология» [9] охватывает основные аспекты древнего металлопроизводства, но не включает изучения технологии горного производства и строитель-

ных работ. Именно горная археология призвана изучать все аспекты производственной деятельности во всём их многообразии и взаимодействии. Изучение разнообразного спектра вопросов, а также применение разнообразных методов исследований на конкретно выбранных древних медных рудниках Бахмутской котловины Донбасса, при условии привлечения широкого спектра специалистов технического и естественнонаучного профиля и позволило выйти на формирование нового научного направления – горной археологии, разработки для него терминологии и методики исследований [3]. Последнее позволит подвести научную базу под исследования памятников производственной деятельности прошлого, что в свою очередь существенно подымет результативность научных исследований таких объектов. Опыт применения спектра методов исследований в области естественных и технических наук позволил отобрать набор наиболее эффективных из них, которые рекомендуются в дальнейшем для решения аналогичного круга задач на других объектах. Выполнение исследований по единым выверенным методикам позволит иметь достоверные сопоставимые результаты исследований, полученные на разных объектах древнего горного производства, что позволит выявлять пространственно-

временные тенденции изменения производственной деятельности прошлого. Именно неверное применение методов исследований, не знание их возможностей и чувствительности, зачастую приводило к необъективным, а иногда и в корне неверным выводам, что может направить исследовательский поиск в ложном направлении и затормозить развитие науки в целом. Проведение таких исследований требовало применения новых, а также уже существующих терминов относящихся к металлопроизводству, положенных на условия и специфику производственной деятельности, существовавшие в эпоху поздней бронзы.

Таким образом, сформированное и общепризнанное новое научное направление – горная археология, с очерченными объектами изучения, предметом исследований, решаемыми задачами и применяемыми при этом методами исследований, позволит перейти от эпизодических, случайных, бессистемных междисциплинарных работ к применению общепризнанных, специально разработанных методик. Последнее способно улучшить результативность исследований производственных комплексов прошлого, а также внести существенный вклад в развитие тех наук, на стыке которых ведутся исследования.

Библиографический список

1. Гайко Г. І. Інтеграція гірничої науки та археології при дослідженні стародавніх пам'яток гірництва / Г.І. Гайко // Уголь України, 2003. — №10. — С. 48 - 54.
2. Черных Е. Н. О терминах «металлургический центр», «очаг металлургии» и других / Е. Н. Черных. — М., 1967. — №1. — С. 295-301.
3. Бровендер Ю. М. Горная археология: к вопросу о понятийном аппарате / Ю. М. Бровендер, Ю. П. Шубин // Сборник научных трудов ДонГТУ. 2014. — Вып. 2 (43). — С. 53-66.
4. Бровендер Ю. М. Производственная застройка 2 поселения эпохи бронзы Червоне Озеро-3 / Ю. М. Бровендер // Археология восточноевропейской лесостепи. Вып. 20: Эпоха металла Восточной Европы. — Воронеж : ВГУ, 2006. — С. 129 - 145.
5. Шубин Ю. П. Ув'язка продуктів древнього металургічного виробництва з рудною базою / Ю. П. Шубін // Наук. праці Укр НДМІ НАН України. — Донецьк: Укр НДМІ НАН України, 2010. — Вып. 2. — С. 192-202.

6. Бровендер Ю. М. Определение объемов горных работ и оценка добычи медных руд на древних разработках Картамышского рудопроявления в Донбассе / Ю. М. Бровендер, Г. И. Гайко, Ю. П. Шубин // *Материали та дослідження з археології Східної України*. — Луганськ: СНУ, 2010. — Вип. 10. — С. 83-87.

7. Зайков В. В. Рудная геoarхеология – ключ к пониманию источников металлического сырья в древности / В. В. Зайков, А. М. Юминов // *Геoarхеология и археологическая минералогия. Научное издание*. — Миасс: Институт минералогии УрО РАН, 2014. — С. 5-11.

8. Пряхин А. Д. К изучению металла и производственной деятельности в эпоху бронзы на пространствах Евразийской лесостепи и смежных территорий степной зоны на современном этапе археологии / А. Д. Пряхин // *Проблеми гірничої археології: матеріали VI-го Міжнародного Картамиського польового археологічного семінару*. — Алчевск, 2007. — С. 12-18.

9. Зайков В. В. Рудная геoarхеология – ключ к пониманию источников металлического сырья в древности / В. В. Зайков, А. М. Юминов // *Геoarхеология и археологическая минералогия. Научное издание*. — Миасс: Институт минералогии УрО РАН, 2014. — С. 5-10.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. ДонГТУ Новохатским А.М., д.т.н., проф. НТУУ «КПИ» Гайко Г.И.

к.г.н. Ю.П. Шубін (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР, shubin205@yandex.ru)

ГІРНИЧА АРХЕОЛОГІЯ - НОВИЙ НАПРЯМОК МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Багаторічні комплексні дослідження археологічних пам'яток минулого у Донбасі із залученням методів технічних і природничих наук дозволили відтворити цілісну картину металургії доби пізньої бронзи на території Донбасу і прилеглих територіях. Крім того, досвід використання різних методів досліджень дозволив відібрати набір найбільш ефективних з них, запропонувавши їх для рішення конкретних приватних задач. На основі досвіду дослідницького пошуку, застосованому на об'єктах давнього металургійного виробництва розроблена термінологія і окреслені контури нового міждисциплінарного напрямку – гірничої археології.

Ключові слова: металургійне виробництво, палеометалознавство, гірничо-металургійна археологія, виробничо-металургійна діяльність, геoarхеологія, металургія, гірничо-металургійна справа.

PhD in Geology Shubin Yu.P. (DonSTU, Alchevsk, LPR, shubin205@yandex.ru)

MINING ARCHEOLOGY AS A NEW LINE IN INTERDISCIPLINARY RESEARCH

An integrated view of metal production in the late Bronze Age throughout Donbass territories and neighboring ones has been reproduced by long-term combined researches of ancient archeological artifacts in Donbass area using engineering and natural science methods. Besides, the experience in using different research ways allowed choosing the most efficient of them for solving particular problems. On the basis of investigation search applied for the ancient objects of metal production there was devised a terminology and the draft curriculum of new interdisciplinary subject, i.e. mining archeology were made.

Key words: metal production, paleometal studies, mining archeology, production activity, geoarcheology, metallurgy, mining engineering.

УДК 622.451+622.831.3

*к.т.н. Палейчук Н.Н.,
к.т.н. Пронский Д.В.,
Рыжикова О.А.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЕНТИЛЯЦИИ ГЛУБОКИХ АНТРАЦИТОВЫХ ШАХТ ДОНБАССА

В статье приведены результаты шахтных исследований устойчивости воздухоподающих выработок выемочного участка и параметров их вентиляции. Приведена зависимость изменения во времени относительного расхода воздуха в воздухоподающих выработках. Установлена закономерность изменения расхода воздуха и депрессии от показателей устойчивости выработок.

Ключевые слова: шахта, устойчивость, выработки, параметры вентиляции, расход воздуха, депрессия, закономерности.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Состояние каждой горной выработки, как элемента структуры шахтной вентиляционной сети, во многом определяет устойчивость проветривания и сложность управления вентиляционным режимом, как вентиляционного участка, так и шахты в целом. В связи с тем, что многие отечественные угледобывающие предприятия освоили глубину ведения горных работ в 1000 м и более, идентифицировался новый класс задач в области геомеханики и шахтной аэрологии, связанный с ухудшением состояния подготовительных и капитальных выработок. Если состояние выработок с точки зрения геомеханики определяет, в основном, экономический и финансовый аспект: ухудшение состояния выработок влечет за собой материальные затраты на поддержание таких выработок то, с точки зрения вентиляции шахт – устойчивость проветривания и безопасность работающих людей. Существующие нормативные документы [1-3] хотя и предусматривают пересмотр проекта вентиляции шахты или его части через определенные промежутки времени, но не учитывают изменение параметров вентиляции при изменении состояния выработок.

В настоящее время проводятся исследования, направленные на обоснование рациональных аэродинамических параметров выработок выемочного участка [4], изучается влияние параметров крепления на аэродинамические характеристики выработок [5] и т.д. Однако, помимо, собственно, аэродинамического старения выработок, на параметры их вентиляции оказывает влияние и устойчивость.

В связи с этим, является актуальным проведение исследования параметров вентиляции выработок и влияния на них устойчивости последних в условиях глубоких антрацитовых шахт Донбасса.

Постановка задачи. Задачей данной работы является исследование влияния устойчивости горных выработок глубокой антрацитовой шахты Донбасса на фактические значения расхода воздуха и депрессии.

Основной материал исследования.

В качестве объекта исследований были выбраны выработки шахты «Партизанская» ГП «Антрацит»: 1 – восточная вентиляционная сбойка, 2 – ступенчатый уклон № 2, 3 – квершлаг №8, 4 – 18-й восточный откаточный штрек, 5 – вспомогательный уклон, 6 – 203-й промежуточный штрек, 7 – 204-й промежуточный штрек, 8 – 204-я западная лава, 9 – конвейерный уклон, 10 – наклон-

ный квершлаг, 11 – 18-й западный откаточный штрек.

Устойчивость выработок оценивалась показателем ω_S , определяемым, как отношение фактической минимальной площади поперечного сечения выработки к проектной, а также при помощи показателя ω_N , рассчитываемого как отношение количества работоспособных рам металлокрепки к общему их числу [6].

Результаты исследования устойчивости выработок во времени приведены в работе [7], где отмечено, что во всех исследуемых выработках шахты наблюдается уменьшение показателей устойчивости с течением времени. Показатель ω_N в воздухоподающих выработках выемочного участка 204-й западной лавы пласта h_{10} в течение года изменился с 0,65-0,95 до 0,56-0,67, а показатель ω_S – с 0,77-0,92 до 0,52-0,67. Это повлекло за собой осложнения в работе транспорта, изменение параметров вентиляции и снижение фактической нагрузки на очистной забой [7].

Замеры скорости движения воздуха в точках производились при помощи переносного рудничного электронного анемометра АПР-2 инженерно-техническим персоналом участка вентиляции и техники безопасности шахты.

Для удобства анализа результатов шахтных измерений воспользуемся относительной величиной расхода воздуха, т.е. отношением фактического его количества Q_f к проектному Q_p . Поскольку период исследования составляет один месяц, а замеры выполнялись ежесуточно, относительный расход воздуха рассчитывался как среднее арифметическое за месяц. В выработках с несколькими точками замеров количество воздуха определялось как среднее геометрическое из расходов в начале и конце выработки для учета рассредоточенных утечек.

Результаты шахтных измерений относительного расхода воздуха в исследуемых выработках на протяжении года представлены на рисунке 1.

На начальном этапе относительный расход воздуха во всех исследуемых выработках превышает единицу, т.е. фактическое количество воздуха превышает проектное.

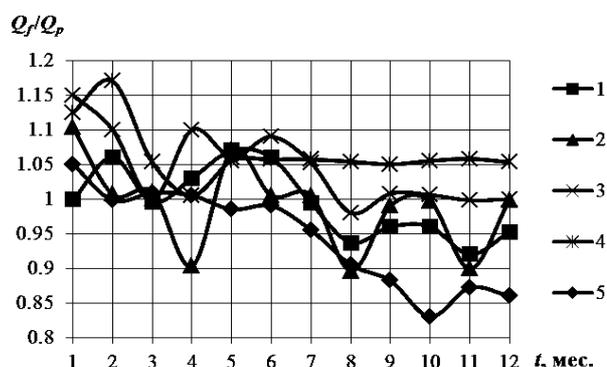


Рисунок 1 – Изменение во времени относительного расхода воздуха в выработках:

1 – 18-м восточном откаточном штреке, 2 – вспомогательном уклоне, 3 – ступенчатом уклоне № 2, 4 – восточной вентиляционной сбойке, 5 – 204-м промежуточном штреке

Данное явление обусловлено тем, что вентилятор главного проветривания имеет резерв производительности, а все исследуемые выработки являются воздухоподающими. Колебания расхода воздуха в течение года обусловлено, во-первых – колебаниями атмосферного давления, во-вторых – изменением аэродинамического сопротивления выработок, поскольку

$$Q = \sqrt{\frac{h}{R}}, \quad (1)$$

где Q – расход воздуха, м³/мин; h – депрессия выработки, даПа, которая зависит от перепадов атмосферного давления; R – аэродинамическое сопротивление выработки, кц, зависящее от состояния выработок.

Также колебания количества воздуха зависят от внешних и внутренних утечек и погрешности измерений.

К основной задаче исследования относится определение закономерности изменения относительного расхода воздуха от показателей устойчивости выработок. Для определения наличия и вида данной закономерности использовались методы матема-

тической статистики, в частности – корреляционный и нелинейный регрессионный анализ. Применение вышеуказанных методов, реализованных в программе Microsoft® Excel, позволило установить полиномиальную зависимость относительного расхода воздуха Q_f/Q_p от показателей устойчивости воздухоподающих выработок выемочного участка, которая представлена на рисунке 2.

С наибольшей достоверностью полученные зависимости аппроксимируются полиномами второй степени вида

$$Q_f/Q_p = a + b \cdot \omega_i + c \cdot \omega_i^2, \quad (2)$$

где a , b , c – коэффициенты при i -ом члене полинома; ω_i – показатель устойчиво-

сти: для закономерностей на рисунке 4 (а) – ω_N , а для зависимостей на рисунке 4 (б) – ω_S .

Данные регрессионной статистики для зависимостей рисунка 2 приведены в таблице 1.

Как следует из таблицы, наибольшие значения показателя достоверности R^2 при аппроксимации полиномами второй степени наблюдаются у зависимостей $Q_f/Q_p = f(\omega_S)$. Данный факт наглядно демонстрирует влияние местного сопротивления в наименьшем поперечном сечении выработки, поскольку расход воздуха можно выразить через депрессию и все виды аэродинамических сопротивлений [7].

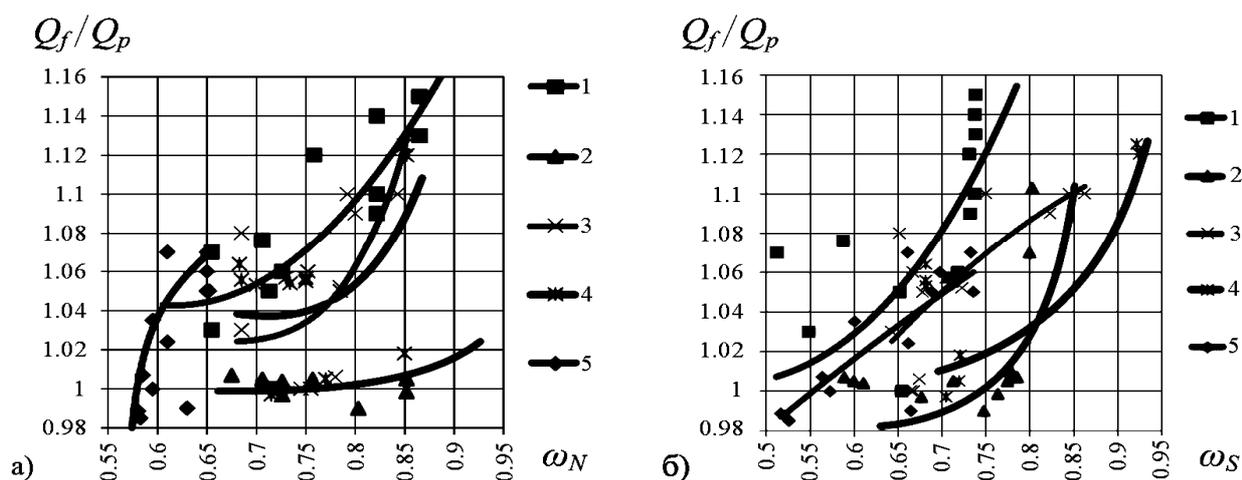


Рисунок 2 – Зависимость относительного расхода воздуха от: а – показателя устойчивости ω_N ; б – показателя ω_S в выработках: 1 – 18-м восточном откаточном штреке, 2 – вспомогательном уклоне, 3 – ступенчатом уклоне № 2, 4 – восточной вентиляционной сбойке, 5 – 204-м промежуточном штреке

Таблица 1 – Данные регрессионной статистики зависимости относительного расхода воздуха от показателей устойчивости выработок

№ выработки	$Q_f/Q_p = f(\omega_N)$				$Q_f/Q_p = f(\omega_S)$			
	Коэффициенты			R^2	Коэффициенты			R^2
	a	b	c		a	b	c	
1	1,66	-1,99	1,62	0,60	3,07	-6,73	5,54	0,67
2	2,03	-2,66	1,71	0,69	3,01	-7,25	6,12	0,72
3	5,48	-12,11	8,24	0,47	0,49	1,15	-0,45	0,63
4	3,43	-6,85	4,92	0,48	4,30	-8,46	5,43	0,75
5	-2,14	9,48	-7,04	0,58	0,76	0,51	-0,14	0,62

Следовательно, устойчивость воздухоподающих выработок выемочного участка 204-й западной лавы, которая оценивается соответствующими показателями ω_N и ω_S , оказывает непосредственное влияние на расход воздуха. Исходя из физической природы, на сопротивление трения наибольшее влияние оказывает показатель устойчивости ω_N , а на местные сопротивления – показатель ω_S . На расход воздуха оказывает влияние также загроможденность выработки машинами и механизмами [2, 7].

Кроме того, анализ материалов депрессионных съемок, выполненных на шахте «Партизанская» позволил установить влияние устойчивости выработок на их депрессию. Для удобства анализа результатов депрессионных съемок воспользуемся, как и в случае с расходом воздуха, относительной величиной депрессии, т.е. отношением фактического перепада давлений h_f к проектному h_p . Результаты исследования влияния устойчивости на депрессию выработок представлены на рисунке 3.

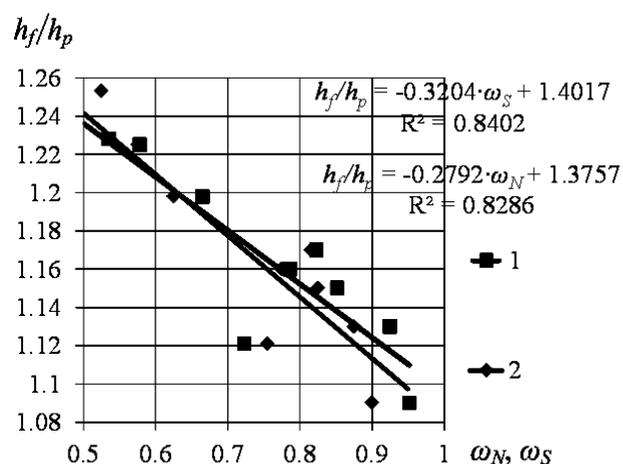


Рисунок 3 – Зависимость относительной депрессии от показателей устойчивости выработок: 1 – показателя ω_S ; 2 – показателя ω_N

Как следует из рисунка 3, при значениях показателей устойчивости более 0.8, отклонение фактического значения величины депрессии от расчетного составляет 9-17%.

При значениях показателей ω_N и ω_S менее 0.8 депрессия в исследуемых выработках увеличивается на 12-25%. Следует учесть, что исследуемые выработки являются воздухоподающими и увеличение депрессии в них меньше, чем в других выработках шахты. В целом по шахте фактическая депрессия превышала плановую на 43-46%, т.е. для обеспечения всех выработок шахты требуемым количеством воздуха вентилятору необходимо преодолеть перепад давлений на 46% больше проектного.

Таким образом, для минимизации влияния устойчивости на параметры вентиляции каждой отдельно взятой выработки необходимо обеспечить по всей ее длине проектное значение площади поперечного сечения на протяжении всего срока эксплуатации. Тогда колебания количества воздуха в капитальных и участковых выработках, не подверженных непосредственному влиянию очистных работ, будут определяться загроможденностью поперечного сечения, а изменение депрессии будет зависеть от перепадов атмосферного давления.

Выводы и направление дальнейших исследований.

Анализ результатов шахтных исследований показал следующее:

1. Установлено, что отклонения фактического расхода воздуха от проектного в воздухоподающих выработках выемочного участка составили 15%, что с точки зрения математической статистики укладывается в допустимую погрешность.

2. Фактическая депрессия в исследуемых воздухоподающих выработках превышает расчетную на 9-25% при соответствующих значениях показателей устойчивости 0,95-0,52.

3. При уменьшении показателей устойчивости выработки количество проходящего через нее воздуха нелинейно снижается, а депрессия линейно увеличивается, что является следствием влияния местных аэродинамических сопротивлений и сопротивления трения.

Библиографический список

1. Правила безпеки у вугільних шахтах: НПАОП 10.0-1.01-10 / Державний комітет України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду. — Офіц. вид. — К.: Друк. ДП «Редакція журналу Охорона праці», 2010. — 430 с.: табл. — (Нормативно-правовий акт з охорони праці).
2. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт: ДНАОТ 1.1.30-6.09.93 / Государственный комитет Украины по надзору за охраной труда. — Офіц. изд. — К.: Пресса Украины, 1994. — 312 с.: илюстр., табл. — (Государственный нормативный акт об охране труда).
3. Правила технічної експлуатації вугільних шахт: СОУ 10.1-00185790-002-2005 / Державне підприємство "Донецький науково-дослідний вугільний інститут" (ДП "ДОНВУГІ"), Державний Макіївський науково-дослідний інститут з безпеки робіт у гірничій промисловості (МакНДІ) та ін. — Офіц. вид. — Донецьк : ДП "Донецький науково-дослідний вугільний інститут", 2006. — 354 с. — (Стандарт Мінвуглепрому України).
4. Баймухаметов С. Управление газовой выделением и выбор рациональных аэродинамических параметров выработок выемочных участков при разработке мощных и средней мощности угольных пластов: дис. канд. техн. наук: 05.26.01. — Техника безопасности и противопожарная техника / Сергазы Баймухаметов. — Караганда, 1984. — 188 с.
5. Макишанкин Д. Н. Обоснование крепления горных выработок металлической крепью из шахтного профиля: автор. дис. канд. техн. наук: 25.00.25. Геотехнология (подземная, открытая и строительная) / Макишанкин Денис Николаевич. — Кемерово, 2012. — 18 с.
6. Сдвижкова Е. А. Статистическая модель устойчивости протяженной горной выработки / Е. А. Сдвижкова, Д. В. Бабец, С. П. Лозовский // Форум горняков – 2005: материалы междунар. конф. (12-14 октября 2005 г.; Днепропетровск). — Днепропетровск: НГУ, 2005. — С.68-74.
7. Dolzhikov P. About the influence of stability of workings on the parameters of their ventilation in terms of anthracitic Donbass mines / P. Dolzhikov, A. Kipko, N. Paleychuk, Yu. Dolzhiikov // Mining of Mineral Deposits. — AK Leiden, The Netherlands: CRC Press/Balkema, 2013. — P.277-283.

*Рекомендована к печати д.т.н., проф. ДонГТУ Борzych А.Ф.,
д.т.н., проф. ЛУ им. В. Даля Гребенкиным С.С.*

к.т.н. Палейчук М.М., к.т.н. Пронський Д.В., Рижикова О.О.

(ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВЕНТИЛЯЦІЇ ГЛИБОКИХ АНТРАЦИТОВИХ ШАХТ ДОНБАСУ

У статті приведені результати досліджень стійкості виробок виїмкової ділянки, що подають повітря та параметрів їх вентиляції. Приведено залежність зміни у часі відносної витрати повітря у виробках, що подають повітря. Встановлена закономірність зміни витрати повітря і депресії від показників стійкості виробок.

Ключові слова: шахта, стійкість, виробки, параметри вентиляції, витрата повітря, депресія, закономірності.

PhD Paleichuk M.M., PhD Pronskiy D.V., Ryzhykova O.O. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

STUDYING THE VENTILATION PARAMETERS OF DEEP ANTRACITE MINES IN DONBASS AREA

In the paper the results of underground researches for stability of air headings of a block and parameters of their ventilation are given. A dependence of variations of air mass flow ratio over time in air headings is presented. Characteristics with specific variations of air consumption and depression depending on stability of headings is found out.

Key words: mine, stability, headings, ventilation parameters, air flow rate, depression, regularities.

УДК 622.837

к.т.н. Ларченко В. Г.,
Куценко О. М.,
Маталкина Ю. А.
(ДонГТУ, г. Алчевск ЛНР)

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ НАБЛЮДАТЕЛЬНАЯ СТАНЦИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СДВИЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ГОРНЫХ ПОРОД

Разработана конструкция новой автоматизированной станции и методика постоянного мониторинга сдвижений и деформаций подработанных толщ горных пород, земной поверхности или инженерных сооружений.

Ключевые слова: *глубинный и грунтовый реперы, скважина, проволока, блок, шкалы, лазерный указатель направлений, экран, фотокамера, энкодер, магнитная система.*

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Уголь – единственный энергоноситель и сырье для металлургической промышленности, разведанных запасов которого в Донбассе хватит на несколько столетий. Но около 30% балансовых запасов угля залегают под застроенными территориями, коммуникациями и природными объектами. Для разработки запасов под сооружениями необходимо в каждом случае определять возможность их безопасной подработки и выбирать горные или конструктивные меры охраны с целью обеспечения их безаварийной эксплуатации. Выбор мер охраны производится на основе сопоставления максимальных ожидаемых сдвижений, деформаций земной поверхности и глубины подработки с допустимыми величинами для каждого объекта. Ожидаемые деформации земной поверхности в изученных районах Донбасса с определенной погрешностью можно вычислить по «Правилам подработки...» [1].

При наличии тектонических нарушений, складчатом залегании пластов, в мало изученных районах и при повторных подработках сооружений, деформации земной поверхности определяют натурными наблюдениями. С увеличением глубины горных работ увеличивается область их влияния на земную поверхность, длины

полумульд и общая продолжительность процесса сдвижения, что вызывает увеличение трудоемкости и стоимости маркшейдерских натурных наблюдений.

Для охраны вертикальных стволов, горных выработок, противодействия повышенному горному давлению, для изучения газодинамики и водопритокков в шахту, развитию горной науки необходимо знать конфигурацию и размеры области влияния очистной выработки, зоны сдвижения, стадии деформирования подработанного массива пород и их параметры. Достоверно определить все параметры сдвижений и деформаций подработанной толщи пород можно только комплексными натурными наблюдениями, включающими наблюдения за глубинными реперами, заложенными в горном массиве и маркшейдерские инструментальные наблюдения на земной поверхности. Но ввиду труднодоступности и большой трудоемкости наблюдения в толще пород являются редкими, штучными [2, 3]. Поэтому совершенствование методики натурных наблюдений и их автоматизация являются актуальной практической задачей, которая успешно решается в ДонГТУ.

Постановка задачи.

Задачей исследований является разработка конструкции автоматизированной наблюдательной станции и

методики мониторинга сдвижений и деформаций горных пород и земной поверхности.

Изложение материала и его результаты.

В результате математической и графической обработки выполненных натурных наблюдений установлены максимальные деформации земной поверхности, участки, закономерности и причины их концентрации при пологом залегании свиты угольных пластов [4].

Для мониторинга сдвижений и деформаций подрабатываемого массива горных пород на ожидаемом участке их концентрации рекомендуем заложить современную наблюдательную станцию [5]

(рис. 1), включающую пробуренную с земной поверхности вертикальную скважину до безопасной для очистных работ глубины (в Центральном Донбассе $h_6 \geq 40m$, где m – вынимаемая мощность пласта). В четвертичных отложениях скважина крепится обсадными трубами с бетонированием затрубного пространства. В скважину толкателем (рис. 2.б) устанавливается необходимое количество предложенных и испытанных автором глубинных реперов якорного типа (рис. 2.а) с механической (проволочной) связью. Места установки реперов в скважине выбираются с учетом литологии толщи, результатов гамма-каротажа и кавернометрии.

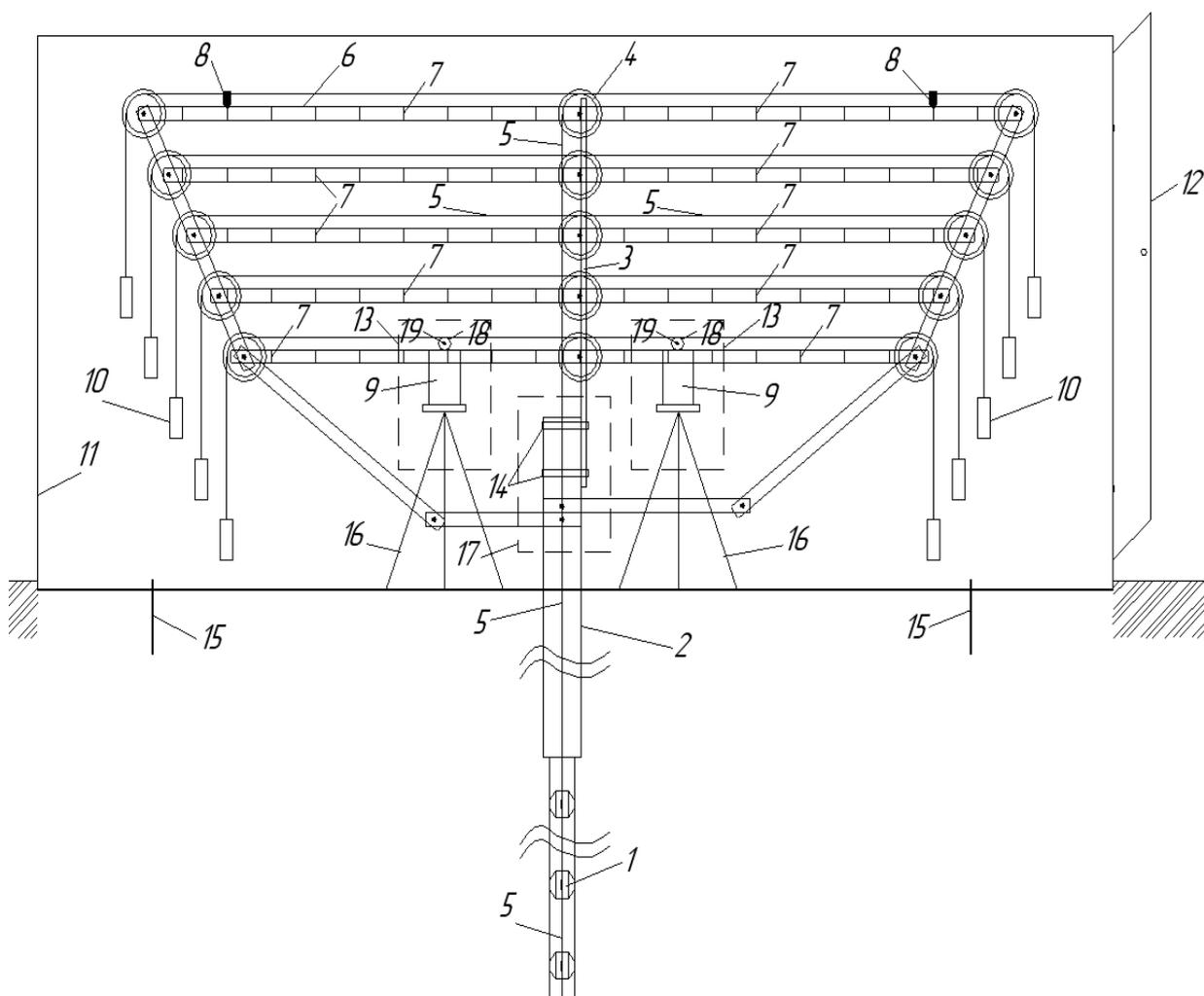


Рисунок 1 – Замерная станция для исследований деформаций подрабатываемой толщи пород

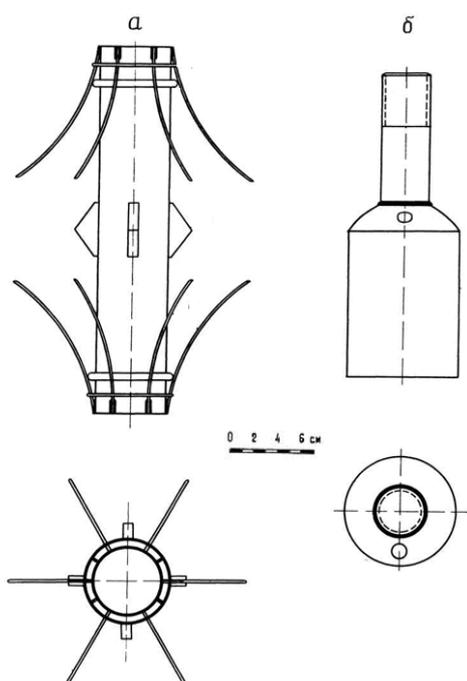


Рисунок 2 - Глубинный репер (а) и толкатель (б) для установки реперов в вертикальные скважины

К обсадной трубе (2) (рис.1) хомутами (14) крепится опорная рама (3) с системой блоков (4) на шарикоподшипниках. Количество блочков на центральной вертикальной опорной раме и на боковых наклонных стойках равно числу глубинных реперов. Наклонные стойки к вертикальной опорной раме крепятся горизонтальными и наклонными планками (уголок из дюрала). Проволоки от глубинных реперов последовательно пропускаются через блочки на вертикальной раме и боковых стойках и натягиваются постоянным грузом 10 (рис. 1). На горизонтальных планках крепятся шкалы с делениями (полотно рулетки), а на проволоках отмечаются устойчивой краской «индекс» или крепится «игла» для отсчитывания по шкалам смещений глубинных реперов. Исходное наблюдение выполняется до начала движения очистного забоя при постоянных и с дополнительным грузом. Постоянство увеличения отсчетов за счет растяжения проволоки от дополнительного груза будет свидетельствовать о свободном положении проволоки в скважине при периодических

наблюдениях. Привязка станции к пунктам государственной геодезической сети выполняется спутниковыми приемниками, а вынос ее с проекта на местность – электронным тахеометром. При подработке станции выполняются периодические наблюдения. В активную стадию интервал между наблюдениями не должен превышать t

$$t = \frac{l_{\text{обр}}}{v}, \text{ сут.}, \quad (1)$$

где: $l_{\text{обр}}$ – шаг обрушения основной кровли, м;
 v – скорость подвигания очистного забоя, м/сут.

Оседание глубинных реперов на каждую дату наблюдений получим суммированием оседания обсадной трубы скважины и смещением его индексов на проволоках относительно трубы. Отношение разности оседаний глубинных реперов к расстоянию между ними составит значение деформации подработанного массива пород по вертикали (сжатие или растяжение) с относительной погрешностью не более 1/10000 даже при расстоянии между глубинными реперами 5м, что отвечает требованиям «Инструкции...».

Для определения горизонтальных и вертикальных деформаций земной поверхности на участке станции до подработки необходимо заложить по два грунтовых репера(15) (рис. 1), (6) (рис. 3) по линиям падения и простирания пласта и оборудовать их устройствами [6] (рис.3), которые включают инварную проволоку (11) между реперами (6) с прикрепленной шкалой (10). Проволока перекинута через блочок (12) и натянута постоянным грузом (13). На втором репере (6) жестко прикреплен отсчетный индекс (16), между реперами (6) в защитной трубе (1) помещен гибкий шланг (2), заполненный не замерзающей жидкостью (3). На концах шланга герметично одеты стеклянные трубки (4) с вертикальными шкалами (8)

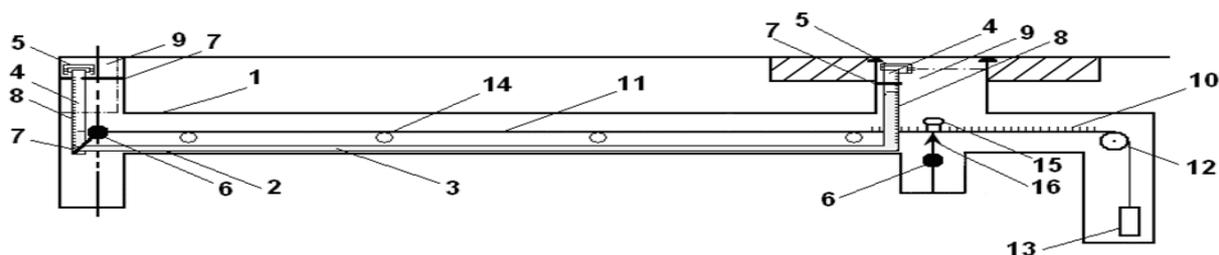


Рисунок 3 – Устройство для измерения горизонтальных и вертикальных деформаций толщи горных пород и сооружений земной поверхности

прикрепленные к грунтовым реперам, закрытые крышками (5) с отверстиями для воздуха. Отношение разности отсчетов любого наблюдения и исходного по горизонтальной шкале к расстоянию между грунтовыми реперами составит значение растяжений или сжатий земной поверхности на конкретную дату, а по вертикальной шкале – наклоны исследуемого участка с относительной погрешностью,

$$\frac{m_0}{l} = \frac{0,5}{20000} = \frac{1}{40000}, \quad (2)$$

где: m_0 – погрешность отсчитывания по шкале, мм; l – расстояние между грунтовыми реперами, м (при глубокой подработке более 300м $l=20$ м). Что значительно меньше допустимой ($\frac{1}{10000}$).

Определение оседаний и горизонтальных сдвижений на наблюдательной станции при подработке выполним предложенным способом [7]. Для чего вне зоны влияния очистной выработки на надежном фундаменте устанавливаем стационарно, неподвижно, лазерный прибор (серийный ЛУН-7 или Плутон-1), а рядом с наблюдательной станцией заложим грунтовый репер с градуированным экраном (рис. 4). В качестве экрана можно использовать защитный корпус 11 замерной станции (рис. 1) или градуированный экран прикрепить к обсадной трубе 17.

При каждом наблюдении по шкалам 8 и 10 (рис. 3) за горизонтальными и вертикальными деформациями включаем лазерный указатель направлений и на экране 2 (рис. 4) отмечаем краской центр пятна лазерного прибора или снимаем его фотокамерой.

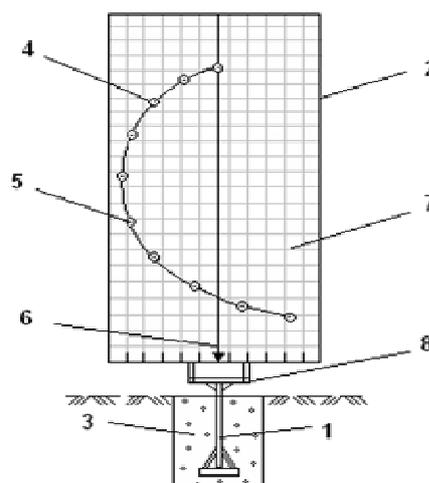


Рисунок 4 – Грунтовый репер с экраном

Совокупность отмеченных на экране точек составит траекторию полного вектора сдвижения грунтового репера, по которой определим оседание и горизонтальные сдвижения репера на каждую дату наблюдений. При всех наблюдениях по результатам маркшейдерских съемок, замеров и положению комбайна в лаве определяем расположение линии очистного забоя относительно наблюдательной станции для определения угловых параметров процесса сдвижения.

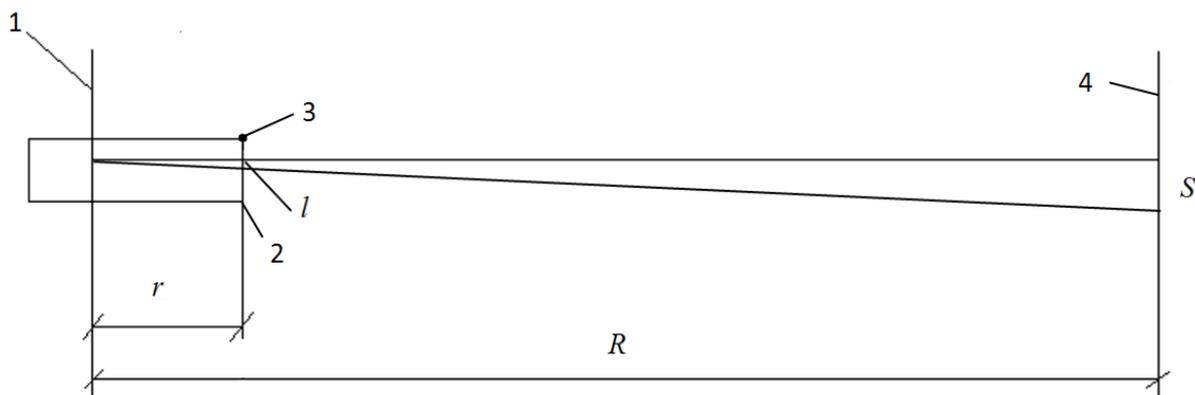


Рисунок 6 – Схема повышения точности линейных деформаций

$$m_0 = \frac{0,5}{L} \times \frac{1}{K} = \frac{1}{97000000}, \quad (4)$$

где: m_0 – погрешность отсчитывания по шкале, мм; L – расстояние между реперами, м.

Повысить точность измерения деформаций также можно с помощью магнитной системы измерений [10], состоящей из магнитной ленты и считывающей магнитной головки с индикаторной панелью версии 571. Для чего к проволоке между реперами на горизонтальном участке (рис. 5) крепится подвижная компактная головка, а к неподвижной планке – гибкая магнитная лента (измерительная шкала).

Принцип работы магнитной измерительной системы заключается в определении местоположения магнитного датчика относительно нулевой отметки магнитной ленты путем измерения направления и величины магнитного поля (ТТК70 – бесконтактный линейный энкодер) [10].

Выводы.

Рекомендуемая конструкция на наблюдательной станции позволит автоматически вести мониторинг сдвижений и деформаций подрабатываемой толщи горных пород, сооружений, коммуникаций, а также неподрабатываемых уникальных объектов (АЭС, ГЭС, плотин, мостов и др.). Методика мониторинга имеет преимущества по сравнению с известными:

- многократно снижает трудоемкость мониторинга и повышает комфортность наблюдений;
- высокую точность (до 1:97000000), которая многократно превышает известную и позволит видеть на экране невооруженным глазом процесс деформирования подработанного массива;
- исключает влияние человеческого фактора на точность измерений;
- расширяет область ее использования;
- доступность серийного оборудования, возможность его повторного использования, простота в изготовлении станции.

Библиографический список

1. Правила подработки зданий, сооружений и природных объектов при добыче угля подземным способом. Галуzeвый стандарт Украины. — Киев, 2004. — 254 с.
2. Канлыбаева М. М. Метод наблюдения за сдвижением горных пород в толще массива с помощью радиоактивных изотопов / Ж. М. Канлыбаева, Ф. И. Клиновицкий, М. К. Сарсенов. — Алма-Ата: Наука, 1973. — 163 с.
3. Ларченко В. Г. Сдвижение и деформации подработанной толщи горных пород / В. Г. Ларченко // Изв. Вузов.: Горный журнал, 1977. — №10. — С. 36-39.

4. Ларченко В. Г. Результаты исследований параметров процесса сдвижений и деформаций горных пород при отработке свиты пологих угольных пластов / В. Г. Ларченко // Сб. науч. трудов ДонГТУ, 2008. — Вып. 27. — С. 81-91.

5. Пат. 89230 У Украина, МПК GO1C 15/02. Замірна станція для досліджень деформацій товщі порід, що підробляється / В. Г. Ларченко, О. М. Куценко; заявитель і патентовласник ДонГТУ. — U 2013 13815; заявл. 28.11.2013; опубл. 10.04.2014, Бюл. №7. — 4 с.

6. Пат. 35377 У Украина, МПК GO1C 3/08. Пристрій для вимірів горизонтальних і вертикальних деформацій товщі гірських порід і споруд земної поверхні / В. Г. Ларченко, Н. В. Хоружая; заявитель і патентовласник ДонДТУ. — № U 2008 05642; заявл. 30.04.2008; опубл. 10.09.2008, Бюл. №17. — 4 с.

7. Пат. 25436 У Украина, МПК GO1C 15/02. Спосіб визначення осідань і горизонтальних зрушень земної поверхні на важкодоступних ділянках / В. Г. Ларченко, Н. В. Хоружая; заявитель і патентовласник ДонГТУ. — № U 2007 03208; заявл. 26.03. 2007; опубл. 10.08.2007, Бюл. №12. — 4 с.

8. Пат. 22619 У Украина, МПК GO1C 15/02. Спосіб визначення швидкості деформацій підробленої товщі порід / В. Г. Ларченко, Н. В. Хоружая; заявитель і патентовласник ДонГТУ. — № U 23006 12806; заявл. 04.12.2006; опубл. 25.04.2007, Бюл №5. — 6 с.

9. Пат. 47899 У Украина, МПК GO1C 3/08. Спосіб підвищення точності спостережень за горизонтальними деформаціями земної поверхні і споруджень, які підробляються / В. Г. Ларченко, Н. В. Хоружая; заявитель і патентовласник ДонГТУ. — № U 2009 09875; заявл. 28.09. 2009; опубл. 25.02.2010, Бюл. №4. — 4 с.

10. <http://www.sensorica.ru/news87.shtml>.

*Рекомендована к печати д.т.н., проф. Клишиным Н.К.,
Главным маркшейдером ш. "им. XIX съезда КПСС" Кияненко Н.А.*

к.т.н. Ларченко В. Г., Куценко О. М., Маталкіна Ю. А. (ДонДТУ, м. Алчевськ ЛНР)

АВТОМАТИЗОВАНА СПОСТЕРЕЖНА СТАНЦІЯ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ЗРУШЕНЬ ТА ДЕФОРМАЦІЙ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Розроблена конструкція нової автоматизованої станції та методика постійного моніторингу зрушень та деформацій підроблених товщі гірських порід, земної поверхні або інженерних споруд.

Ключові слова: *глибинний та ґрунтовий репер, свердловина, провіолока, блочок, шкали, лазерний указчик напрямку, екран, фотокамера, енкодер, магнітна система.*

PhD Larchenko V.G., Kutsenko O.M., Matalkina Yu.A. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

AUTOMATIC OBSERVATION STATION FOR ROCK SHIFT AND DEFORMATIONS MONITORING

A design of a new automatic station and method of continuous monitoring for shift and deformations of undermined rock, surface or engineering constructions were developed.

Key words: *depth and ground reference points, well, wire, block, scales, laser direction indicator, screen, camera, encoder, magnetic system.*

УДК 622.834

Хоружая Н. В.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

МОНИТОРИНГ ТРАЕКТОРИИ ПОЛНОГО ВЕКТОРА СДВИЖЕНИЯ ТОЧЕК ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Приведен способ мониторинга траектории полного вектора сдвижения точек земной поверхности на градуированном экране. На экранах через требуемые интервалы времени отмечается неподвижный луч лазерного прибора в виде шаблона, вырисовывая, таким образом, в совокупности траекторию полного вектора сдвижения точек земной поверхности. Погрешность определения на экране параметров сдвижений сводится к минимуму путем введения поправок.

Ключевые слова: лазерный луч, оседания, сдвижение, экран, номограмма изменения поправок, траектория полного вектора сдвижения.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Процесс сдвижения горных пород, достигая земной поверхности, деформирует ее и находящиеся на ней здания и сооружения. Для обоснованного выбора мер охраны инженерных сооружений и природных объектов необходимо определить параметры процесса сдвижения земной поверхности.

Данные параметры определяются традиционным способом натурных наблюдений [1]. Традиционный способ натурных наблюдений, основанный на том, что до подработки на земной поверхности закладывают наблюдательную станцию, состоящую из одной - трех профильных линий реперов, делают их привязку к пунктам государственной геодезической сети (ГГС) и выполняют до подработки две серии исходных наблюдений, а затем при подработке выполняют периодические наблюдения вплоть до окончания процесса сдвижения, определяя при этом высотные отметки всех реперов, длины линий между реперами и отклонение их от створа.

Недостатками такого способа является большая трудоемкость линейных измерений и геометрического нивелирования, применение способа возможно при условии заложения на земной поверхности профильной линии соответствующей дли-

ны (от 1,2 до 1,5Н, где Н – глубина подработки, м), то есть в открытой и доступной местности.

Анализом результатов частотных наблюдений В.Г. Ларченко установлено [2], что при равномерном подвигании очистного забоя каждый отдельный репер (или точка земной поверхности), попадающий после подработки в плоское дно, в процессе сдвижения описывает такую же траекторию, как и все реперы определенного участка L_0 профильной линии, расположенной в главном сечении мульды сдвижения, на одно наблюдение.

Недостатком указанного способа определения сдвижений и деформаций земной поверхности является то, что оседания, горизонтальные сдвижения, и построенная по ним траектория полного вектора сдвижения точек, получены трудоемким методом натурных наблюдений, способ применим только в открытой и доступной местности. Поэтому целесообразно применить новый способ наблюдений на труднодоступных участках [3].

Постановка задачи. Усовершенствование нового метода мониторинга за сдвижением и деформацией земной поверхности, а также получение полного вектора сдвижения земной поверхности с

учетом введения поправок в горизонтальные сдвигения.

Изложение материала и его результаты.

Определить параметры процесса сдвигения земной поверхности можно новым разработанным способом наблюдений на труднодоступных участках [3], который позволит сократить трудоемкость работ и применить его на том участке, где нет возможности заложить профильную линию требуемых размеров. Так же получить полную траекторию сдвигения точек земной поверхности по отмеченным на градуированных экранах неподвижным лучам стационарных двух (трех) лазерных приборов (рис.1), а значит определить параметры процесса сдвигения над движущимся очистным забоем.

Наблюдения фиксируем на градуированных экранах по неподвижным лучам стационарных двух (трех) лазерных приборов через определенные (требуемые) интервалы времени, вырисовывая, траекторию полного вектора сдвигения, показанную на рисунке 2.

От исходного положения луча лазерного прибора на градуированном экране определяются оседания η и горизонтальные сдвигения ξ на каждую дату (и час) наблюдений.

Одновременно, аналогично определив оседания и горизонтальные сдвигения на соседнем репере (экране), по известным

формулам вычислим наклоны i , горизонтальные деформации ε , и, как отмечалось выше, при установке трех лазерных приборов и третьего экрана можно вычислить и кривизну K .

Посредине экрана подвешивается отвес для контроля наклона репера с экраном по градуированной миллиметровой шкале. Отвес применяем длиной 1 м, тогда наклоны экрана соответственно будем получать на шкале $1 \frac{мм}{м}$ (9, рис.2), то есть размерностью 1×10^{-3} .

По нижней стороне экрана сделаем разбивку в интервале $\Delta = \pm(1 \div 50)$ мм. Высота экрана принимается $h = 1000$ мм. Рассчитаем угол возможного отклонения отвесной линии от вертикали по формуле (1):

$$\delta = \arctg \frac{\Delta}{h}, \text{ град.}, \quad (1)$$

где Δ - 1 деление шкалы (интервал разбивки экрана по горизонтали), $\Delta = \pm(1 \div 50)$, мм;

h - высота экрана, равная 1000 мм;

δ - угол отклонения отвесной линии от вертикали.

Дальнейшее вычисление углов сведем в таблицу 1.

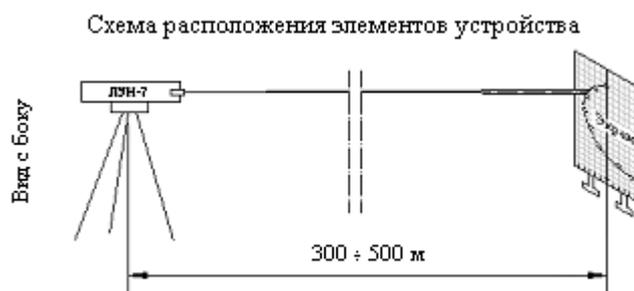


Рисунок № 1 – Схема определения сдвигений и деформаций земной поверхности на труднодоступных участках (вид с боку)

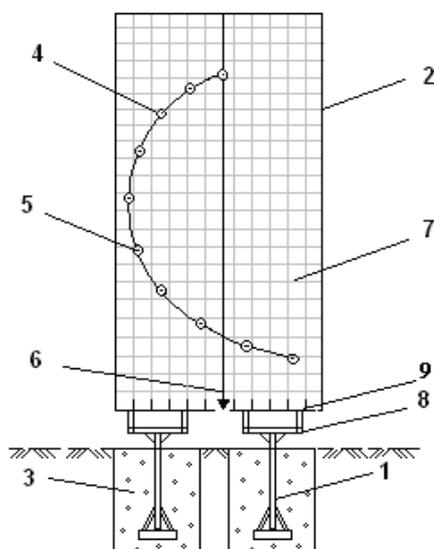


Рисунок № 2 – Грунтовый репер с экраном: 1 – грунтовый репер; 2 – экран; 3 – бетон; 4 – пятно-шаблон ЛУН; 5 – центр пятна ЛУН; 6 – отвес; 7 – градуированная шкала экрана; 8 – кронштейн крепления экрана, 9 – шкала определения наклона экран

Таблица 1 — Вычисление углов отклонения отвесной линии от вертикали при $h = 1000$ мм

Δ , мм	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	-1	-5
δ	град.	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	-0	-0
	мин.	03	17	34	51	08	25	43	00	17	34	03	11
	сек.	26	11	23	34	45	56	06	16	26	36	45	26

Из таблицы 1 видно, что углы отклонения δ в интервалах $\Delta = \pm(0 \div 50)$ мм изменяются не значительно, поэтому расчеты были произведены до значения деления шкалы $\Delta = -5$ мм.

С помощью номограммы (рис.3), можно графически на экране определить истинную величину изменения горизонтальных сдвижений, ввести поправки в формулу вычисления горизонтальных сдвижений, исключив погрешность вычислений. Сведем результаты полученных поправок в таблицу 2.

Значения $\Delta \xi_m$ определялось до оседания 900 мм, так как максимальное оседание при $m = 1$ м в условиях Западного Донбасса составляет $\eta_m = 870$ мм [8]. От

носительная погрешность определения линейных параметров составляет $\frac{1}{35000}$.

носительная погрешность определения линейных параметров составляет $\frac{1}{35000}$.

Ниже приведена номограмма поправок в горизонтальные сдвижения $\Delta \xi$, мм (рис.3).

Последовательность наблюдений с помощью приведенного способа:

- открыть защитный корпус и включить лазерные приборы;
- на экранах зафиксировать маркером точки, которые отмечают лучи лазерных приборов с помощью трафарета;
- сфотографировать каждый экран, где на снимке указать дату и время наблюдений;

ГОРНЫЕ НАУКИ

- определить положение очистного забоя на каждую дату и час наблюдений.

На экране и по совокупности снимков получим полную траекторию сдвижения

Таблица 2 – Результаты поправок в горизонтальные сдвигения

Оседания, мм	Изменение горизонтальных сдвижений $\Delta\xi$, мм
100	$\pm 1,6$
200	$\pm 3,2$
300	$\pm 4,8$
400	$\pm 6,4$
500	$\pm 8,0$
600	$\pm 9,6$
700	$\pm 11,2$
800	$\pm 12,73$
900	± 14

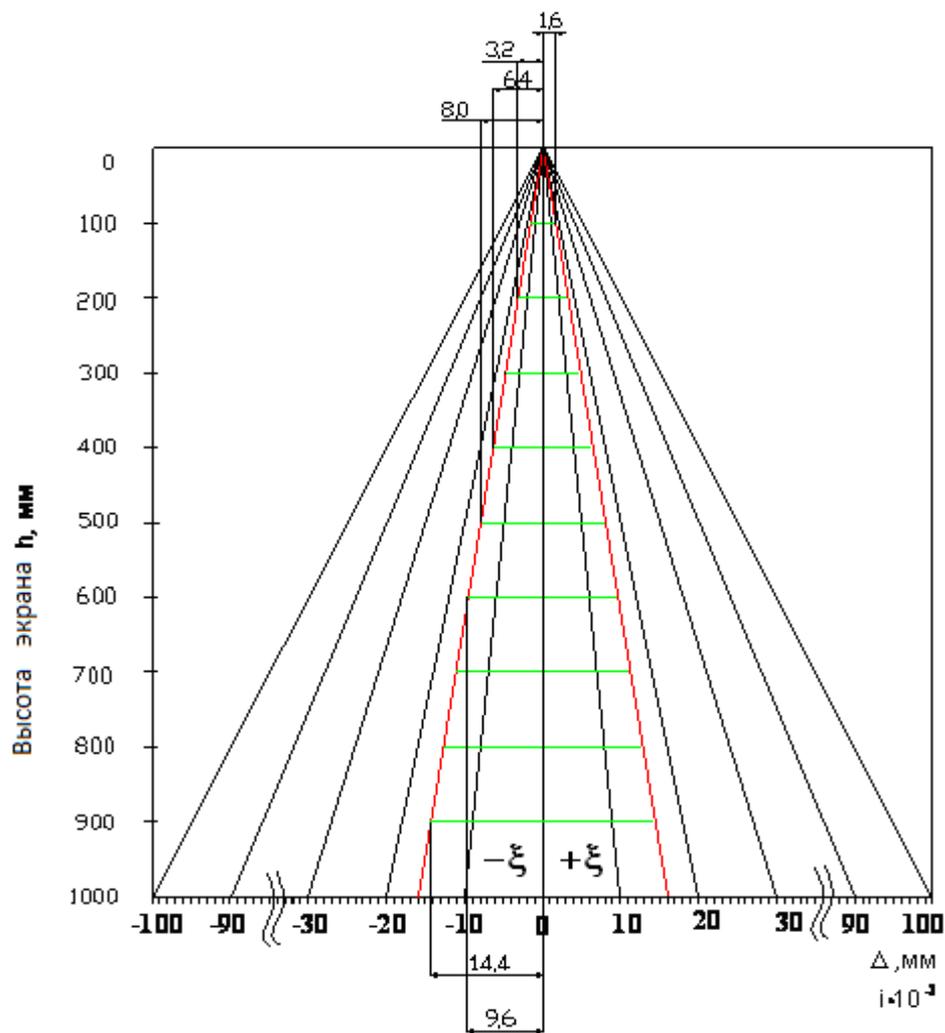


Рисунок № 3 – Номограмма изменения поправок горизонтальных сдвижений $\Delta\xi$, мм

точек, а в конечном итоге – определим все параметры процесса сдвижения исследуемого участка земной поверхности над движущимся очистным забоем [2].

Выводы и направление дальнейших исследований.

Внедрение предлагаемого способа определения сдвижений и деформаций земной поверхности обеспечит по сравнению с существующими способами следующие преимущества:

1. Позволит получить траекторию полного вектора сдвижения точек земной по-

верхности с учетом введения поправок в горизонтальные сдвижения и определить параметры процесса сдвижения;

2. Позволит значительно уменьшить трудоемкость и повысить комфортабельность работ;

3. Даст возможность производства наблюдений в труднодоступных участках земной поверхности (застроенной, заболоченной, пересеченной местности), где нет возможности заложить профильную линию реперов соответствующей длины.

Библиографический список

1. ГСТУ 101.00159226.001 – 2003. Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом: Введ. 01.01.2004. — Київ, 2004. — 128 с.

2. Ларченко В. Г. Графоаналитический способ расчета сдвижений и деформаций земной поверхности во времени / В. Г. Ларченко, Е. Г. Петрук // Горный журнал: Известие вузов, 1976. — №8. — С. 45-50.

3. Пат. України 25436, МПК G01C 15/02 Спосіб визначення осідань і горизонтальних зрушень земної поверхні на важкодоступних ділянках / В. Г. Ларченко, Н. В. Хоружа; № 200703208; заявл. 26.03.2007; опубл. 10.08.2007, Бюл. № 12. — 4 с.

*Рекомендована к печати к.т.н., доц. Мележиком А.И.,
Главным маркшейдером шахты «им. XIX съезда КПСС» Кияненко Н.А.*

Хоружа Н.В. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

МОНІТОРИНГ ТРАЄКТОРІЇ ПОВНОГО ВЕКТОРА ЗРУШЕННЯ ТОЧОК ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ

Наведений спосіб моніторингу траєкторії повного вектора зрушення точок земної поверхні на градуйованому екрані. На екранах через необхідні інтервали часу відзначається нерухомий промінь лазерного приладу у вигляді шаблону, вимальовуючи, таким чином, в сукупності траєкторію повного вектора зрушення точок земної поверхні. Похибка визначення на екрані параметрів зрушень зводиться до мінімуму шляхом введення поправок.

Ключові слова: лазерний промінь, осідання, зрушення, екран, номограма зміни поправок, траєкторія повного вектора.

Khoruzhaia N.V. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

MONITORING OF FULL VECTOR PATH FOR SURFACE POINTS SHIFT

The way of monitoring the full vector path for surface points shift was showed on a screen graticule. On the screens a fixed beam of a laser device is marked in required intervals in the form of a pattern, in this way drawing for a total a full vector path for surface points shift. Definition error on the screen for shift parameters is minimized by making a correction.

Key words: laser beam, yielding, shift, screen graticule, graphical chart of correction changing, full vector path.

МЕТАЛЛУРГИЯ

УДК 621.73:658.3.043.4

к.т.н. Вишневський Д.О.
(ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР, dimavish.79@mail.ru)

ПРИЧИНИ І ДЖЕРЕЛА ВИНИКНЕННЯ ШУМУ І ВІБРАЦІЇ ТА АНАЛІЗ ЇХ РІВНІВ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ У КОВАЛЬСЬКО-ПРЕСОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ (КПВ)

Встановлено, що на стан травматизму і профзахворювань у КПВ істотно впливає рівень виробничого шуму і вібрації, оскільки при їх тривалій і систематичній дії з високою інтенсивністю зростає більш ніж на 50% число помилок, що допускаються працівниками.

Ключові слова: загальний рівень шуму, шум, вібрація, прес, пневмофрикційна муфта, штампувальний молот, ковальське-пресове виробництво.

Аналіз стану питання.

На фоні спаду економіки відбувається старіння основних виробничих фондів, слабне відповідальність роботодавців і керівників підприємств за стан охорони праці. Це призводить до збільшення частки працівників, які знаходяться в умовах, що не відповідають санітарно-гігієнічним нормам. У 2003 р. в Росії цей показник становив майже чверть чисельності робітників у промисловості (23,4 %), а у структурі профзахворювань провідне місце займають захворювання від впливу фізичних шкідливих та небезпечних виробничих чинників (ШНВЧ) (36,3 %) [1].

Дані таблиці 1, співставлені з обсягами виробництва у машинобудуванні, вказують на те, що в цій галузі, як і в металургії, проблемним залишається питання зниження, в умовах економічної кризи, темпів модернізації та проведення переоснащення, що негативно впливає на технічний стан основних виробничих фондів та знижує рівень промислової безпеки в галузі.

Дані таблиці 1, співставлені з обсягами виробництва у машинобудуванні, вказують на те, що в цій галузі, як і в металургії, проблемним залишається питання зниження, в умовах економічної кризи, темпів модернізації та проведення переоснащення, що негативно впливає на технічний стан основних виробничих фондів та знижує рівень промислової безпеки в галузі.

Таблиця 1 – Відомості про стан виробничого травматизму, у т. ч. смертельного (см) за 12 місяців 2012 року по галузях нагляду (осіб)

Галузь нагляду	2012 рік		2011 рік		Різниця, + -	
	Всього	в т.ч. см	Всього	в т.ч. см	Всього	в т.ч. см
Вугільна	3650	121	4255	161	-605	-40
Гірничорудна та нерудна	303	22	276	16	27	6
Нафтогазовидобувна та геологорозвідка	30	3	31	2	-1	1
Енергетика	154	23	157	21	-3	2
Будівництво	446	58	493	77	-47	-19
Котлонагляд, підйомні споруди	35	11	37	11	-2	0
Машинобудування	881	27	969	27	-88	0
Металургійна	508	31	520	21	-12	10
Хімічна	231	8	219	14	12	-6
Транспорт	566	74	580	80	-14	-6
Зв'язок	67	2	92	3	-25	-1
Газова промисловість	58	9	67	5	-9	4
Житлокомунгосп	250	31	279	22	-29	9
Агропромисловий комплекс	979	116	1066	123	-87	-7
Деревообробна промисловість	119	8	126	5	-7	3
Легка та текстильна промисловість	62	3	40	1	22	2
Соціально-культурна сфера та торгівля	1477	76	1450	96	27	-20
Разом	9816	623	10657	685	-841	-62

МЕТАЛЛУРГИЯ

І це спостерігається постійно у останні роки, не дивлячись на те, що, наприклад, у 2009 р. інспекторським складом Теруправління Держгірпромнагляду було виявлено у галузі машинобудування України 72753 порушення нормативних актів з охорони праці, а у 11799 випадків заборонялась експлуатація об'єктів та виконання робіт.

Незважаючи на це, у 2010 р. на підприємствах Луганської області було допущено 20 групових нещасних випадків, в яких постраждали 55 людей, з яких 6 – смертельно травмовані, 49 – з тяжкими наслідками [2]. Конкретно з тих, що відносяться до галузі машинобудування і є безпосередньо пов'язаними з виробничим процесом, є нещасний випадок, який відбувся у ВАТ “Стаханівський вагонобудівний завод” при переміщенні пачок відходів металевого листа, верхня з них впала і травмувала двох робітників з тяжкими наслідками.

Аналіз виробничого травматизму, у галузі машинобудування Луганської області за 2012 р., свідчить про те, що з загальної

кількості 75 випадків сталися з технічних причин, 59 – з організаційних і 5 – з психофізіологічних [3]. Це вказує на те, що проблеми методологічного забезпечення охорони праці і промислової безпеки є досить актуальними, оскільки на організаційні причини припадає майже 79 % нещасних випадків (НВ).

Постановка завдання. Виконаний аналіз показує необхідність дослідження причин і джерел виникнення шуму і вібрації у ковальсько-пресовому виробництві та аналіз їх рівнів, з метою зниження професійного ризику.

Матеріали і результати досліджень.

Ковальсько-пресові цехи характеризуються підвищеними рівнями шуму і вібрації, що підтверджується даними таблиця 2 [4]. Зокрема, рівень інтенсивності шуму досягає $L = 110$ дБА та має виражений характер високочастотного, переривчастого або імпульсного подразника.

Таблиця 2 – Рівні звукової потужності устаткування L (дБА) КПО при сумарній тривалості впливу за зміну більш < 4 год

№ з/п	Устаткування	Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1.	Кувальний молот	123	124	121	121	121	115	115	106
2.	Гарячостампувальний кривошипний прес	115	120	119	118	118	117	113	106
3.	Прес ДС-135/800 при вирубці штампом: прямим								
		120	134	135	134	135	131	128	123
	скошеним	120	119	123	123	123	120	115	108
4.	Холодновисадочний автомат А-1219	102	103	105	108	110	109	107	102
5.	Холодновисадочний двохударний автомат А-163	105	109	110	111	109	107	103	95
6.	Гайковий автомат А-411	102	105	105	109	109	107	104	99
7.	Обрізний автомат А-233	103	109	112	116	112	109	105	98
8.	Кривошипний прес АМР-30	98	104	106	108	105	103	97	93
9.	Холодновисадочний автомат А-1914	95	97	100	103	102	100	97	95
10.	Холодновисадочний чотирихпозиційний автомат А-1822	98	104	106	105	105	102	99	94
11.	Різьбонакатний автомат А-2528	95	100	104	108	ПО	108	105	101
12.	Холодновисадочний автомат А-121	99	102	106	109	109	107	106	101
13.	Дротяно-гвоздильний автомат А-714	104	107	110	115	116	111	110	105
14.	Кривошипний прес ГП-1	102	106	108	110	112	112	109	104

МЕТАЛЛУРГИЯ

Продовження таблиці 2

15.	Однокривошипний двохстоечний прес ДО2130Б	93	94	97	96	93	95	92	89
16.	Холодновисадочні автомати: А-1916, А-1914	88	92	92	95	93	88	83	79
	А-1617	87	88	89	100	88	85	84	81
	АБ-120	90	91	95	100	100	95	94	93
	52 ВА	90	92	96	100	102	102	98	94
	101 ГА	87	91	95	104	98	93	89	83
	82 ВА	94	96	97	106	105	101	96	92
	83 ВА	94	95	99	98	101	101	100	91
	А-4П	92	89	95	94	93	89	86	85
	А-231 обрізний	96	95	100	102	102	99	96	93
М-250	95	96	98	102	103	102	100	95	

Практика показує, що тривала і систематична дія інтенсивного шуму і вібрації знижує продуктивність праці на ряді виробництв на 60%, а число помилок, що допускаються в роботі, збільшується більш ніж на 50% [5,6]. Ці помилки можуть призвести до економічних збитків не тільки внаслідок перерозходження матеріалів, енергоресурсів та подовження часу виготовлення конкретної деталі, а і до нещасних випадків та посилення забруднення повітря робочої зони.

Загальний рівень звуку на робочих місцях ковалів, що обслуговують штампувальні молоти з масою падаючих частин 1–16 т і гарячостампувальні кривошипні преси (ГШКП) зусиллям 25 і 40 МН, при роботі молотів на останніх ударах досягав $L = 125–130$ дБА, що на 35–40 дБ вище гранично допустимого рівня (ГДР) [7,8].

Підручні ковалів, піддаються впливові шуму інтенсивністю $L = 105–115$ дБА, що приблизно дорівнює рівневі звуку на робочому місці, що створюється сусідніми молотами, тобто впливу імпульсного шуму піддаються всі працівники, що знаходяться в цеху.

Для коваля, що обслуговує молот з масою падаючих частин 5 т, середнє, за 10 ударів, значення рівня шуму складає $L = 115$ дБА при максимальному рівні звуку $L_{\max} = 125$ дБА. Треба взяти до ува-

ги і те, що шум зростає із збільшенням жорсткості поковок, різниця значень при першому ударі та в остаточному струмку досягає 20 дБ. На робочих місцях ковалів при штампуванні на гарячостампувальному кривошипному пресі (ГШКП) зусиллям 25 МН рівень звуку досягає $L = 102–104$ дБА, на ГШКП зусиллям 40 МН він підвищується до $L = 110$ дБА, при цьому постійний шум на рівні до $L = 100$ дБА створюють перетворювачі ланцюга індукційних нагрівачів. Причини утворення шуму при роботі ГШКП є:

- аеродинамічний шум вихлопу повітря з фрикційної пневматичної муфти включення;
- співударі зубчастих коліс при роботі зубчастих зціплень і редукторів;
- удари у співстикування окремих деталей механізму преса;
- удари планки виштовхувача по упорах;
- удари при штампуванні деталей;
- робота двигуна.

При цьому, необхідно відзначити, що повітряний вихлоп разом з іншими складовими шуму при роботі преса значно виходить за межі гранично допустимого рівня (ГДР) по всьому частотному діапазоні, особливо у його високочастотній області (рис. 1).

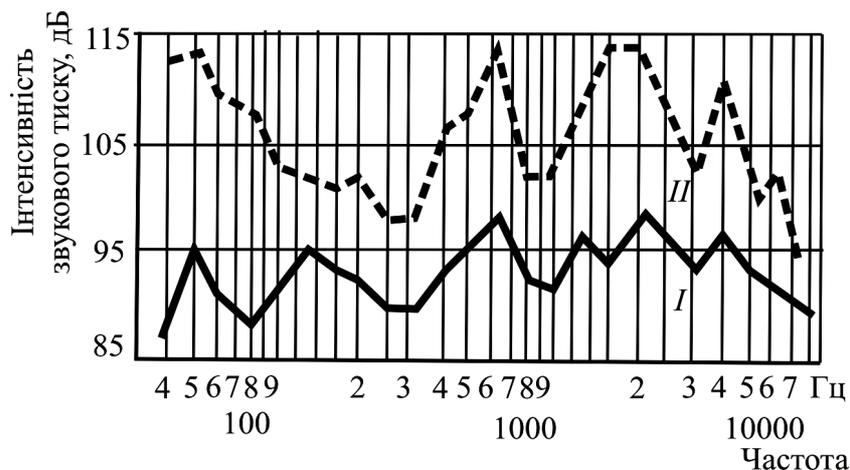


Рисунок 1 – Порівняльна характеристика шуму преса і молота: I – на РМ біля пресу зусиллям 16 МН (загальна інтенсивність шуму $L = 108$ дБ); II – на РМ біля молота з масою падаючих частин 1,2 т (загальна інтенсивність шуму $L = 120$ дБ)

Обладнання пресів із пневмофрикційними муфтами включення глушниками шуму з поліетилену високого тиску, що встановлюються на шляху поширення повітряного струменя – на пневмоклапанах, дозволяє знизити загальний рівень шуму із $L = 104$ дБА до $L = 85$ дБА і змінити характер спектра шуму, послабивши його рівень на високих частотах.

Негативний вплив високочастотного і переривчастого шуму, який є характерним для КПВ, на людський організм залежить від його тривалості і перерв між максимальними значеннями (на межі ГДР і вище). Зокрема інтенсивний шум $L = 115$ – 118 дБА спонукає зсув повітряної і кісткової провідності,

слухового сприйняття, що в сукупності з м'язово-нервово-психічною напруженістю, сприяє розвитку гіпертонічної і виразкової хвороб.

Висновки. У результаті дослідження встановлено, що на стан травматизму і профзахворювань у КПВ істотно впливає рівень виробничого шуму і вібрації, оскільки при їх тривалій і систематичній дії з високою інтенсивністю зростає більш ніж на 50% число помилок, що допускаються працівниками, внаслідок чого, з урахуванням одноманітності дій і сприйняття на робочих місцях ковалів зростає втота і кількість травм.

Бібліографічний список

1. Колосков В. Ю. Метод прогнозування адаптації оператора до дії шкідливих факторів машинобудівного виробництва : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.26.01 «Охорона праці» / В. Ю. Колосков. — Луганськ, 2007. — 20 с.
2. Про основи національної безпеки: Закон України від 19 червня 2003 року № 964-IV [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/964-15>.
3. Состояние промышленной безопасности, охраны труда на предприятиях Луганской области и итоги надзорной деятельности теруправления за 2010 г. : информ.-аналитическая справка. — Луганськ: Держгірпромнагляд, 2011. — 67 с.
4. Котова В. А. Безопасность труда в кузнечно-прессовом производстве / В. А. Котова, Н. И. Мокина, А. А. Самолдин. — М.: ВЦНИИОТ ВЦСПС, 1983. — Вып. 4. — 48 с.
5. Самолдин А. А. Анализ состояния безопасности кузнечно-прессового оборудования / А. А. Самолдин, Л. Ю. Лясковский, Ю. И. Розов // Научные работы институтов охраны труда ВЦСПС. — М.: Профиздат, 1977. — Вып. 107. — С. 49-58.

6. Державні санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку: ДСН 3.3.037-99. — [Чинний від 2000-01-01]. — К. : МОЗ України, 1999. — 29 с.
7. Шум. Общие требования безопасности: ГОСТ 12.1.003-83. — [Дата введения 1984-01-07]. — М.: Изд-во стандартов, 1983. — 12 с.
8. Оборудование кузнечно-прессовое. Общие требования безопасности: ГОСТ 12.2.017-93. — [Дата введения 1995-01-01]. — М.: Изд-во стандартов, 1998. — 25 с.

*Рекомендовано до друку к.т.н., проф. Уляницьким В.Н.,
д.т.н., проф. ЛУ ім. Даля Харламовим Ю.О.*

к.т.н. Вишневский Д.А. (ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР, dimavish.79@mail.ru)

ПРИЧИНЫ И ИСТОЧНИКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ШУМА И ВИБРАЦИИ И АНАЛИЗ ИХ УРОВНЕЙ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ В КУЗНЕЧНО-ПРЕССОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Установлено, что на состояние травматизма и профзаболеваний в кузнечно-прессовом производстве существенно влияет уровень производственного шума и вибрации, поскольку при их длительном и систематическом действии с высокой интенсивностью растет больше, чем на 50% число ошибок, которые допускаются работниками.

Ключевые слова: *общий уровень шума, шум, вибрация, пресс, пневмофрикционная муфта, штамповочный молот, кузнечно-прессовое производство.*

Vishnevsky D.A. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

REASONS AND SOURCES OF ORIGIN OF NOISE AND VIBRATION BUT ANALYSIS OF THEIR LEVELS ON WORKPLACES IN PRESS FORGING PRODUCTION

It is set that on the state of traumatism and professional diseases in press forging production the level of productive noise and vibration influences substantially, as at their protracted and systematic action with high intensity grows more than on the 50% number of errors that is assumed by workers.

Key words: *general sound-level, noise, vibration, press, pneumatic friction muff anvil hammer, press forging production.*

УДК 621.774.372

к.т.н. Денищенко П. Н.,
Королёв К. Г.

(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР, omdim2009@rambler.ru)

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА КОРоткооправочного ВОЛОЧЕНИЯ ТРУБ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕТОДА

На основе энергетического метода разработана математическая модель процесса волочения полого профиля на закрепленной цилиндрической и конической оправке (объемная деформация со значительными нормальными напряжениями) с применением закона трения в формулировке Зибеля. Для каждого элементарного объема в канале волокна получена замкнутая система уравнений. Модель позволяет учитывать реальный характер изменения интенсивности напряжений по длине деформационной зоны и особенности трения на контактных поверхностях.

Ключевые слова: волочение труб, труба, оправка, волокна, математическая модель, энергетический метод, напряженно-деформированное состояние.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Определение локальных и интегральных характеристик напряженно-деформированного состояния металла при волочении является одним из центральных вопросов, так как оно непосредственно связано с выбором максимально допустимых единичных деформаций и производительностью волочильных станов.

Сложность процесса волочения труб вызывает необходимость аналитического расчета точной величины напряжения и силы волочения для определения расчетным путем энергосиловых параметров процесса, режимов волочения, выбора оборудования и др. Применительно к процессу волочения труб основными факторами, определяющими напряженно-деформированное состояние металла, являются распределение геометрических параметров, механических свойств и условий контактного трения по длине очага деформации [1].

Аналитические методы определения усилия волочения труб основаны на законах механики пластически деформируемого тела и условиях пластичности и определяются совместным решением дифференциального уравнения равновесия сил, действующих на выделенный в очаге элементарный объем металла, и уравнений пластичности для ка-

ждого элемента очага деформации [2]. Такие системы в большинстве случаев являются статически неопределимыми. Для их решения делается ряд допущений, упрощающих задачу и уменьшающих число математических операций [3-5].

К очагу деформации при волочении приложены следующие силы [2, 6-7]: сила волочения, осуществляющая деформацию металла, приложена к металлу со стороны волочильного оборудования; силы трения, возникающие при взаимодействии металла заготовки с волочильным инструментом (волоками и оправками); силы от противонапряжения (когда имеется); силы и напряжения, возникающие в металле при его пластической деформации, при упругих деформациях инструмента и т.п.

Работа, затрачиваемая на процесс волочения, состоит из следующих компонентов: работа на осуществление основной пластической деформации; работа на осуществление дополнительных пластических деформаций, которые протекают немонотонно и меняют свой знак; работа, связанная с упругими деформациями инструмента и металла заготовки; работа, расходуемая на преодоление сил трения; работа на преодоление внешнего противонапряжения

(когда имеется). Эти элементы находятся в тесной взаимосвязи между собой [8].

Постановка задачи. Определение на основе энергетического метода локальных и интегральных характеристик напряженно-деформированного состояния металла при волочении труб на закрепленной цилиндрической и конической оправке с учетом особенностей процесса.

Изложение материала и его результаты. Используемая в данном случае схема интегрального очага деформации (рис. 1), предполагающая возможность корректного учета реального характера изменения интенсивности напряжений по длине деформационной зоны и особенности трения на контактных поверхностях. Деформация трубы принимается как осесимметричная.

В деформационной зоне выделяется три участка: I – осаживания, II – оправочного волочения и III – калибрующей. Участок I по своему назначению не отличается от первого участка деформационной зоны при волочении трубы без оправки. В зоне I безоправочного волочения в продольном направлении возникают деформации удлинения ε_l , в окружном – деформации укорочения ε_θ . Знак и величина величина деформации в радиальном направлении ε_r зависят от соотношения напряжений σ_l и σ_r . Из-за отсутствия внутренней опоры направлением наименьшего сопротивления будет радиальное к оси, поэтому металл под действие обоих сжимающих напряжений по закону наименьшего сопротивления потечет в направлении к оси и толщина стенки возрастет. Растягивающие напряжения σ_l вызывают продольную деформацию удлинения ε_l , что приводит к утонению стенки трубы в этой зоне. Если это утонение больше, чем утолщение, под действием напряжений σ_r и σ_θ стенка утоняется и ε_r будет деформацией укорочения, при обратном соотношении стенка утолщается и ε_r будет деформацией удлинения [8]. Длина стенки трубы в конце зоны безоправочного волочения влияет на напряженно деформированное состояние трубы и протяженности зоны I безоправочного волочения и зоны II оправочного волочения. Поэтому в разрабатываемой модели для определения толщины стенки трубы в конце зоны безоправочного волочения предусмотрена процедура варьирования толщины стенки и определения мощности процесса. Истинному значению варьированной толщины стенки будет соответствовать минимальное значение мощности. На основании этого, с учетом геометрических соотношений очага деформации определяется $\alpha_{\theta 0}$ – угол между внутренней поверхностью трубы в зоне I и осью волочения.

Суммарная протяженность I и II зоны составит:

$$L_{I-II} = \frac{R_H - R_K}{\tan \alpha_\theta}, \quad (1)$$

где R_H, R_K – наружный начальный и конечный радиус трубы, соответственно;
 α_θ – рабочий угол волоки.

Протяженность II зоны оправочного волочения находится из соотношения:

$$L_{II} = \frac{R_H - R_K - t_H + t_K - L_{I-II} \cdot \tan \alpha_{\theta 0}}{\tan \alpha_{op} - \tan \alpha_{\theta 0}}, \quad (2)$$

где t_K – конечная толщина стенки;
 t_H – начальная толщина стенки трубы.
Протяженность I зоны осаживания:

$$L_I = L_{I-II} - L_{II}. \quad (3)$$

Протяженность III калибрующей зоны (l_k) соответствует конструктивной протяженности калибрующего пояса волоки. Полная протяженность очага деформации L_{I-III} находится суммированием всех зон.

Параметры напряженно-деформированного состояния в зонах I-III устанавливали в конечном числе точек. Для этого деформационная зона разбивается на N узких кольцевых элементов одинаковой длины Δx . Число элементов необходимо выбирать таким образом, чтобы в пределах каждого элемента процесс деформирования считался монотонным.

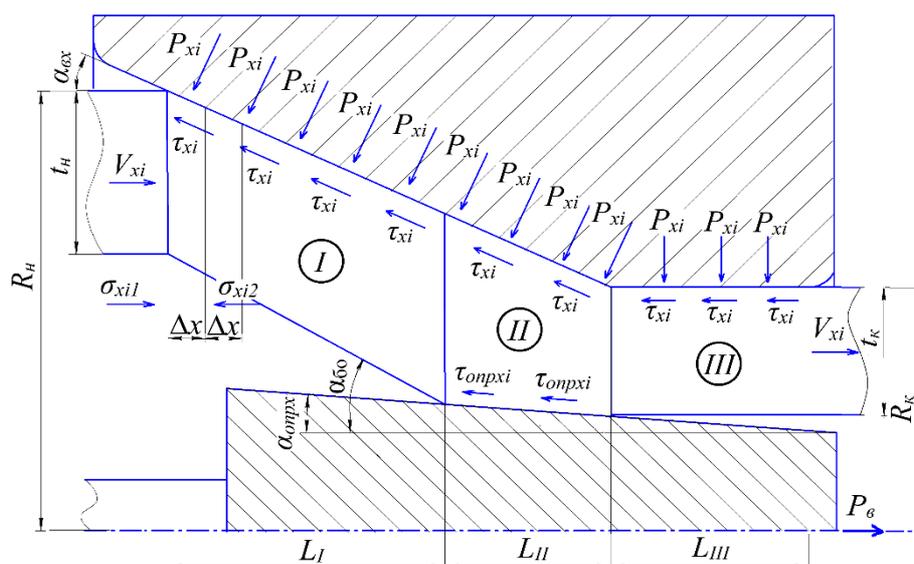


Рисунок 1 – Расчетная схема интегрального очага деформации

В отличие от работы [3], где в качестве параметра деформированного состояния принята только интегральная деформация удлинения (чего недостаточно для адекватного представления о деформированном состоянии волочения труб на закрепленной оправке в связи с монотонностью деформации), в математической модели учитываем все главные логарифмические деформации. Для описания бесконечно малых приращений деформаций для i -го элемента используем логарифмические показатели деформации:

$$(\Delta\varepsilon_{\theta})_{xi} = \ln \frac{R_{xi}}{R_{xi-1}}; \quad (4)$$

$$(\Delta\varepsilon_r)_{xi} = \ln \frac{t_{xi}}{t_{xi-1}}; \quad (5)$$

$$(\Delta\varepsilon_l)_{xi} = \ln \frac{l_{xi}}{l_{xi-1}} = \ln \frac{F_{xi-1}}{F_{xi}}, \quad (6)$$

где R_{xi} , R_{xi-1} , t_{xi} , t_{xi-1} , l_{xi} , l_{xi-1} , F_{xi-1} , F_{xi} – средний радиус, толщина стенки, длина элемента, площадь поперечного сечения элемента в текущем и предыдущем сечении соответственно.

Эти показатели связывает условие постоянства объема:

$$(\Delta\varepsilon_{\theta})_{xi} + (\Delta\varepsilon_r)_{xi} + (\Delta\varepsilon_l)_{xi} = 0. \quad (7)$$

Интенсивность бесконечно малых приращений деформаций, в соответствии с рекомендациями работы [4], определяется по формуле:

$$(\Delta\varepsilon)_{xi} = \frac{2}{\sqrt{3}} \times \sqrt{[(\Delta\varepsilon_{\theta})_i^2 + (\Delta\varepsilon_r)_i^2 + (\Delta\varepsilon_{\theta})_i(\Delta\varepsilon_r)_i]}. \quad (8)$$

Для каждого i -го элемента, следуя рекуррентной схеме решения, конечные деформации определяются по формулам:

$$\begin{aligned} (\varepsilon_{\theta})_{xi} &= (\varepsilon_{\theta})_{xi-1} + (\Delta\varepsilon_{\theta})_{xi}; \\ (\varepsilon_r)_{xi} &= (\varepsilon_r)_{xi-1} + (\Delta\varepsilon_r)_{xi}; \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} (\varepsilon_l)_{xi} &= (\varepsilon_l)_{xi-1} + (\Delta\varepsilon_l)_{xi}; \\ (\varepsilon_i)_{xi} &= (\varepsilon_i)_{xi-1} + (\Delta\varepsilon_i)_{xi}. \end{aligned}$$

Материал трубы принимается изотропно-упрочняющимся, интенсивность напряжений для i -го элемента определяется из закона упрочнения, заданного в виде степенного ряда:

$$(\sigma_{mx})_i = \sigma_{TO} + A(\varepsilon_i)_{xi}^n, \quad (10)$$

где σ_{TO} , A , n – экспериментальные константы материалов.

В большинстве научно-технической литературы [3, 4, 8], посвященной вопросам

волочения, для определения сил трения используется закон Амонтона-Кулона. Однако, в работе [6] отмечено, что попытка опереться на основы теории сухого трения при точном анализе процессов ОМД в ряде случаев приводило к неудовлетворительным результатам (особенно при анализе объемных процессов). При значительных величинах нормальных напряжений происходит пластическая деформация контактных поверхностей, что приводит к потере линейной зависимости силы трения от нормальной силы. Использование закона Амонтона-Кулона более целесообразно в анализе процессов, в которых нормальное напряжение $\sigma_n < \sigma_m$. Таким образом, применительно к процессам волочения полого профиля на оправке (объемная деформация со значительными нормальными напряжениями) пользоваться законом Амонтона-Кулона нецелесообразно, в связи с неизбежностью принятия весьма грубых допущений. Поэтому, более корректно использовать закон трения Э. Зибеля:

$$\tau_x = \mu \cdot \beta \cdot \sigma_m, \quad (11)$$

где μ – коэффициент трения по напряжению текучести;

β – коэффициент Луде;

σ_m – предел текучести.

Условие баланса энергетических затрат в общем виде в каждом элементарном объеме очага деформации составляем по аналогии с работами [3, 9]:

$$N_{x\sigma i2} = N_{x\sigma i1} + N_{x\tau ci} + N_{x\tau onpi} + N_{x\phi i}, \quad (12)$$

где $N_{x\sigma i2}$, $N_{x\sigma i1}$ – текущее по длине очага деформации значения мощностей нормальных осевых напряжений σ_{xi1} и σ_{xi2} , которые действуют соответственно, в начальном и конечном граничных сечениях выделенного i -го элементарного объема;

$N_{x\tau ci}$, $N_{x\tau onpi}$ – текущее значение мощности, расходуемое на трение на контакт-

ной поверхности волокна и оправки, соответственно.

$N_{x\phi i}$ – текущее значение мощности, расходуемое непосредственно на пластическое формоизменение металла в рамках выделенного i -го элементарного объема.

$$\begin{aligned} N_{x\sigma i1} &= \sigma_{xi1} \cdot F_{xi1} \cdot V_{xi1}; \\ N_{x\sigma i2} &= \sigma_{xi2} \cdot F_{xi2} \cdot V_{xi2}, \end{aligned} \quad (13)$$

где V_{xi1} , V_{xi2} – скорости перемещения металла в начальном и конечном граничных сечениях.

$$\begin{aligned} N_{x\tau ci} &= \tau_{xi} \cdot \frac{V_{xi1} + V_{xi2}}{2 \cdot \cos a_{exi}} \times \\ &\times \frac{\pi(R_{ni1} + R_{ni2})}{2} \cdot \frac{\Delta x}{\cos a_{exi}}; \\ N_{x\tau onpi} &= \tau_{onpxi} \cdot \frac{V_{xi1} + V_{xi2}}{2 \cdot \cos a_{onpxi}} \times \\ &\times \frac{\pi(R_{gni1} + R_{gni2})}{2} \cdot \frac{\Delta x}{\cos a_{onpxi}}, \end{aligned} \quad (14)$$

где τ_{xi1} , τ_{xi2} , τ_{onpxi1} , τ_{onpxi2} – касательные напряжения между волоком и оправкой, действующие в начальном и конечном граничных сечениях выделенного i -го элементарного объема;

R_{ni1} , R_{ni2} , R_{gni1} , R_{gni2} – наружный и внутренний радиус трубы, в начальном и конечном граничных сечениях выделенного i -го элементарного объема;

a_{exi} , a_{onpxi} – соответственно рабочий угол волокна и оправки.

$$N_{x\phi i} = \beta \cdot (\sigma_{mx})_i \cdot (\Delta \varepsilon_i)_{xi} \cdot F_{xi2} \cdot V_{xi2}. \quad (15)$$

Используя инженерное условие пластичности в виде:

$$\begin{aligned} \sigma_{xi1} &= P_{xi1} - 2K_{xi1}; \\ \sigma_{xi2} &= P_{xi2} - 2K_{xi2}, \end{aligned} \quad (16)$$

где P_{xi1} , P_{xi2} – значение нормальных контактных напряжений, которые дейст-

вуют, соответственно, в начальном и конечном граничных сечениях выделенного i -го элемента;

K_{xi1}, K_{xi2} – значение сопротивления сдвигу металла, соответственно, в началь-

ном и конечном граничных сечениях выделенного i -го элемента.

А так же закон трения (11), уравнение (12) можно записать в виде:

$$\begin{aligned} \sigma_{xi1} V_s = & (P_{xi2} - 2K_{xi2}) V_s + \mu_{xi} \beta(\sigma_{mx})_{i1} \frac{V_s \cdot \pi(R_{ni1} + R_{ni2})}{4 \cdot F_{xi1} \cdot \cos a_{exi}} \cdot \frac{\Delta x}{\cos a_{exi}} + \\ & + \mu_{xi} \beta(\sigma_{mx})_{i2} \frac{V_s \cdot \pi(R_{ni1} + R_{ni2})}{4 \cdot F_{xi2} \cdot \cos a_{exi}} \cdot \frac{\Delta x}{\cos a_{exi}} + \mu_{onpxi} \beta(\sigma_{mx})_{i1} \frac{V_s \cdot \pi(R_{gni1} + R_{gni2})}{4 \cdot F_{xi1} \cdot \cos a_{onpxi}} \times \\ & \times \frac{\Delta x}{\cos a_{onpxi}} + \mu_{onpxi} \beta(\sigma_{mx})_{i2} \frac{V_s \cdot \pi(R_{gni1} + R_{gni2})}{4 \cdot F_{xi2} \cdot \cos a_{onpxi}} \cdot \frac{\Delta x}{\cos a_{onpxi}} + \beta \cdot (\sigma_{mx})_i \cdot (\Delta \varepsilon_i)_{xi} \cdot V_s \end{aligned} \quad (17)$$

где V_s – секундный объем металла, проходящего через i -ое сечение, $V_s = const$ в каждом сечении.

μ_{xi}, μ_{onpxi} – коэффициент трения по направлению текучести на волоке и оправке.

Следуя используемой рекуррентной схеме решения, уравнение (17) представляет собой уравнение с одной неизвестной P_{xi2} . После преобразований, получим уравнение, справедливое для II зоны оправочного волочения:

$$\begin{aligned} P_{xi2} = & 2K_{xi2} + \sigma_{xi1} - \frac{\mu_{xi} \beta(\sigma_{mx})_{i1} \Delta x (R_{ni1} + R_{ni2}) \pi}{4 F_{xi1} \cos^2 a_{exi}} - \frac{\mu_{xi} \beta(\sigma_{mx})_{i2} \Delta x (R_{ni1} + R_{ni2}) \pi}{4 F_{xi2} \cos^2 a_{exi}} - \\ & - \frac{\mu_{onpxi} \beta(\sigma_{mx})_{i1} \Delta x (R_{gni1} + R_{gni2}) \pi}{4 F_{xi1} \cos^2 a_{onpxi}} - \frac{\mu_{onpxi} \beta(\sigma_{mx})_{i2} \Delta x (R_{gni1} + R_{gni2}) \pi}{4 F_{xi2} \cos^2 a_{onpxi}} - \beta(\sigma_{mx})_i (\Delta \varepsilon_i)_{xi} \end{aligned} \quad (18)$$

В I зоне осаживания нет контакта между внутренней поверхностью трубы и оправкой и уравнение (18) для этой зоны примет вид:

$$\begin{aligned} P_{xi2} = & 2K_{xi2} + \sigma_{xi1} - \\ & - \frac{\mu_{xi} \beta(\sigma_{mx})_{i1} \Delta x \cdot \pi(R_{ni1} + R_{ni2})}{4 F_{xi1} \cos^2 a_{exi}} - \\ & - \frac{\mu_{xi} \beta(\sigma_{mx})_{i2} \Delta x \cdot \pi(R_{ni1} + R_{ni2})}{4 F_{xi2} \cos^2 a_{exi}} - \\ & - \beta \cdot (\sigma_{mx})_i \cdot (\Delta \varepsilon_i)_{xi} \end{aligned} \quad (19)$$

В III калибрующей зоне пластической деформации трубы практически не проис-

$$P_{xi2} = \frac{2K_{xi2} + \sigma_{xi1} - P_{xi1} \cdot f_{xi} \frac{\pi(R_{ni1} + R_{ni2}) \Delta x}{4 F_{xi1} \cos^2 a_{exi}} - P_{xi1} \cdot f_{onpxi} \frac{\pi(R_{gni1} + R_{gni2}) \Delta x}{4 F_{xi1} \cos^2 a_{onpxi}}}{1 + f_{xi} \frac{\pi(R_{ni1} + R_{ni2}) \Delta x}{4 F_{xi2} \cos^2 a_{exi}} + f_{onpxi} \frac{\pi(R_{gni1} + R_{gni2}) \Delta x}{4 F_{xi2} \cos^2 a_{onpxi}}}, \quad (20)$$

где f_{xi}, f_{onpxi} – значение коэффициента трения на волоке и оправке.

ходит [8], следовательно, мощность N_{xphi} , расходуемая непосредственно на пластическое формоизменение металла в рамках выделенного i -го элементарного объема принимаем равной нулю. Кроме того, в этой зоне в связи с практически отсутствием пластического формоизменения, используем закон контактного трения Амонтона-Кулона. Тогда уравнение (18) для III калибрующей зоны, в случае волочения на цилиндрической оправке, примет вид:

В случае волочения на конической оправке:

$$P_{xi2} = \frac{2K_{xi2} + \sigma_{xi1} - P_{xi1} \cdot f_{xi} \frac{\pi(R_{ni1} + R_{ni2})\Delta x}{4F_{xi1} \cos^2 a_{\text{вxi}}}}{1 + f_{xi} \frac{\pi(R_{ni1} + R_{ni2})\Delta x}{4F_{xi2} \cos^2 a_{\text{вxi}}}} \quad (21)$$

Таким образом, для каждого элементарного объема в канале волокна получаем замкнутую систему уравнений.

Процесс вычисления параметров напряженно-деформированного состояния начинается вначале I зоны осаживания со значения $i=1$. При этом, для элементарного объема, расположенного до входа в очаг деформации, считаются известными все параметры напряженно-деформированного состояния: $(\varepsilon_{\theta})_{xi}=0$; $(\varepsilon_r)_{xi}=0$; $(\varepsilon_l)_{xi}=0$; $\sigma_{xi}=0$; $P_{xi}=0$.

В качестве примера, приведен результат расчета на ЭВМ напряженно-деформированного состояния при волочении труб со следующими исходными данными: материал трубы – медь, $\sigma_T=94,65+368,2(\varepsilon)^{0,763}$, $D_H=30$ мм, $t_H=2$ мм, $D_K=25,2$ мм, $t_K=1,6$ мм, $l_K=5$ мм, $\beta=1$, $\mu_{xi}=\mu_{\text{опрxi}}=f_{xi}=f_{\text{опрxi}}=0,1$, $\alpha_B=12$. Распределение локальных и интегральных характеристик напряженно-деформированного состояния при $\alpha_{\text{опр}}=2^\circ$ (коническая оправка) приведены на рисунке 2, при $\alpha_{\text{опр}}=0^\circ$ (цилиндрическая оправка) приведены на рисунке 3.

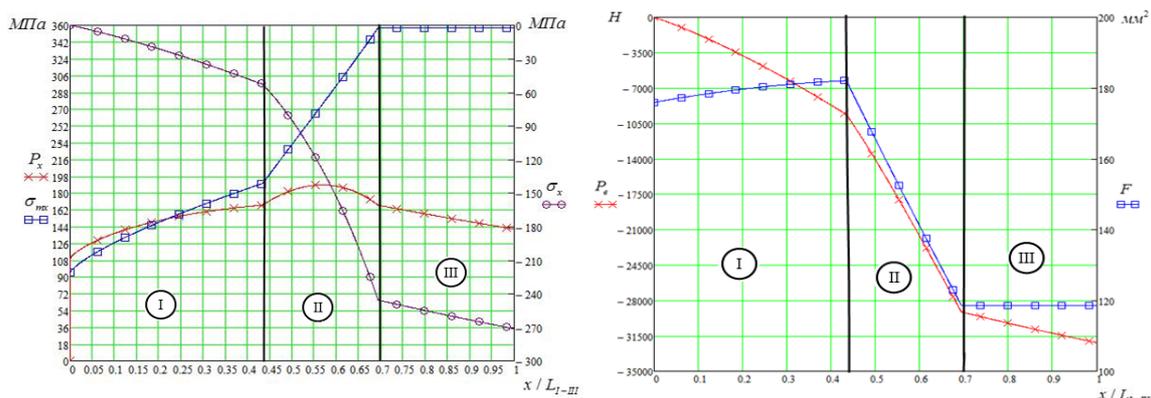


Рисунок 2 – Распределение локальных и интегральных характеристик напряженно-деформированного состояния по длине канала волокна ($\alpha_{\text{опр}}=2^\circ$)

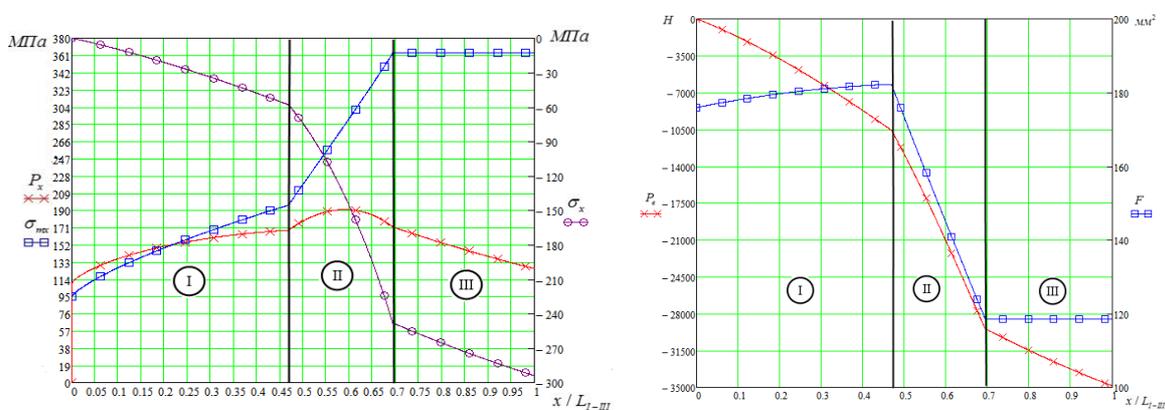


Рисунок 3 – Распределение локальных и интегральных характеристик напряженно-деформированного состояния по длине канала волокна ($\alpha_{\text{опр}}=0^\circ$)

Предел текучести σ_T возрастает на протяжении I зоны и более интенсивно во II зоне, в связи с возрастанием интенсивности деформации. В III зоне в связи с отсутствием деформации предел текучести σ_T не изменяется. По всей длине канала волокнистые деформации действуют монотонно увеличивающиеся от входа к выходу осевые сжимающие нормальные напряжения σ_{xi} , причем наиболее интенсивно во II зоне оправочного волочения. Нормальные контактные напряжения P_{xi} не линейно растут на протяжении I зоны, и достигают максимума в районе середины II зоны и уменьшаются к выходу из канала волокнистые деформации. Наличие экстремума во II зоне можно объяснить изменением отношения толщины стенки к площади поперечного сечения. Отличительной особенностью волочения на конической и цилиндрической оправке является изменение соотношений протяженности I зоны осаживания и II зоны оправочного волочения (при волочении на конической оправке эта зона больше), как следствие, снижение демонотонности деформации. Отсутствие контакта между металлом и конической оправкой в зоне III уменьшает усилие волочения.

Выводы и направление дальнейших исследований. Разработанная математическая модель учитывает реальный характер изменения интенсивности напряжений по длине деформационной зоны и особенности трения на контактных поверхностях. Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что особенности оправочного волочения труб, при котором существует демонотонность деформации стенки трубы, делает предпочтительным использование не силовых, а энергетических подходов. Распределение локальных и интегральных характеристик напряженно-деформированного состояния по длине канала волокнистые деформации носят довольно сложный характер, на который влияет множество факторов. Необходима дальнейшая разработка и совершенствование полученной математической модели с целью максимального приближения к натуре: учета внеконтактной пластической и упругой деформации, продольного колебания деформируемой трубы и стержня оправки, а также их влияния на точность размеров и качество получаемых труб.

Библиографический список

1. Стасовский Ю. Н. Современное состояние оборудования и технологии производства холоднодеформированных труб с применением процессов волочения в Украине / Ю. Н. Стасовский // Теория и практика в металлургии, 2012. — С 31-34.
2. Технология и оборудование трубного производства / В. Я. Осадчий, А. С. Вавилин, В. Г. Зимовец, А. П. Коликов. — М.: «Интермет Инжиниринг», 2001. — 608 с.
3. Касьянюк С. В. Расчет процесса волочения труб на неподвижной оправке на основе энергетического подхода / С. В. Касьянюк, С. Ю. Саплин, С. В. Чемерис // Обработка материалов давлением : Сб. науч. трудов №1(19). — Краматорск, 2008. — С. 130-134.
4. Каргин Б. В. Напряженно деформированное состояние при безопрочно волочении тонкостенных труб с подпором / Б. В. Каргин, В. Р. Каргин, Т. С. Пастушенко // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2012. — Т. 14, № 6. — С. 77-80.
5. Осадчий В. Я. Методика расчета напряжения волочения труб на короткой оправке / В. Я. Осадчий, Н. А. Малевич // Сборник трудов научно-технической конференции «Информатика и технология». — М.: МГАПИ, 2005. — С. 38-49.
6. Малевич Н. А. Исследование моделей напряженно-деформированного состояния металла при волочении труб и разработка методики определения силовых параметров волочения на самоустанавливающейся оправке : дис. канд. техн. наук.: 05.03.05 Москва, 2007. — 201 с.
7. Данченко В. Н. Теория процессов обработки металлов давлением: учебник / В. Н. Данченко, В. А. Гринкевич, А. Н. Головки. — Днепропетровск: Пороги, 2010. — 386 с.

8. Перлин И. Л. Теория волочения / И. Л. Перлин, М. З. Ерманок. — М.: Металлургия, 1971. — 448 с.

9. Сатонін О. В. Розвиток методів розрахунку, удосконалення технологічних режимів і конструктивних параметрів механічного устаткування листопрокатного виробництва : автореф. дис. д-ра. техн. наук: спец. 05.03.05 / О. В. Сатонін. — ДДМА : Краматорськ, 2001. — 35 с.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. ДонГТУ Новохатским А.М., д.т.н., проф. ДГМА Алиевым И.С.

к.т.н. Денищенко П.М., Корольов К.Г. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ КОРОТКООПРАВНОГО ВОЛОЧІННЯ ТРУБ НА ОСНОВІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕТОДУ

На основі енергетичного методу розроблена математична модель процесу волочіння полого профілю на закріпленій циліндричній та конічній оправці (об'ємна деформація зі значними нормальними напруженнями) із застосуванням закону тертя у формулюванні Зібеля. Для кожного елементарного об'єму в каналі волоки отримана замкнута система рівнянь. Модель дозволяє враховувати реальний характер змін інтенсивності напружень по довжині деформаційної зони та особливості тертя на контактних поверхнях.

Ключові слова: волочіння труб, труба, оправка, волока, математична модель, енергетичний метод, напружено-деформований стан.

PhD Denishchenko P. N., Korolyov K. G. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL PROCESS MODEL OF THE SHORT MANDREL TUBE DRAWING BASED ON THE ENERGY METHOD

A mathematical model of the drawing process of hollow profile in the fixed cylindrical and conical mandrel (volumetric strain with significant normal stresses) using the friction law at Siebel's interpretation was developed on the base of energy method. A closed equation system for each elementary volume was obtained in the die hole. The model allows taking into account the real behavior of the stress intensity along the length of the deformation zone and friction characteristic features on contact surfaces.

Key words: drawing the tubes, tube, mandrel, die, mathematical model, the energy method, the stress-strain state.

УДК 669+902.01

к.г.н. Шубин Ю.П.

(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР, shubin205@yandex.ru)

К ВОПРОСУ О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ЭПОХИ ЭНЕОЛИТА-БРОНЗЫ ДНЕПРО-ДОНСКОГО РЕГИОНА

Химический состав металлических изделий на протяжении палеометаллической эпохи изменялся. Источниковая база, насчитывающая более 250 анализов химического состава металлических изделий, происходящих из Днепровско-Донского региона, позволила сделать ряд выводов. Известно, что металлические изделия эволюционировали от меди до мышьяковистой и оловянистой бронзы. Медный состав металлических слитков при наличии изделий из мышьяковой и оловянной бронзы свидетельствует об искусственном введении бронзообразующих примесей в металл для придания ему необходимых свойств. Оружие характеризуется наиболее высоким содержанием примесей олова и мышьяка. Аномально высокие содержания мышьяка в украшениях (до 24%) придавали украшениям вид, имитирующий серебро. Такая технология изготовления металла, а также летучесть мышьяка не позволяют выполнить увязку изделий из металла к сырьевой базе на основе их химического состава.

Ключевые слова: *бронзообразующие примеси, мышьяк, олово, металлические изделия, функциональное назначение.*

В настоящее время создана значительная источниковая база по химическому составу металлических изделий эпохи палеометалла – от энеолита до поздней бронзы Днепро-Донского региона. Известно, что химический состав древнего металла определяется вещественным составом руд, а также легирующих добавок, искусственно вводимых в металл для придания ожидаемых свойств.

Результаты экспериментальных выплавки медных руд Картамышского рудопроявления Бахмутской котловины Донбасса, относящихся к формации медистых песчаников, активно разрабатываемые в эпоху поздней бронзы, показали, что их результатом является медь [1]. Содержания бронзообразующих элементов в последней не достигает минимально необходимого количества 0,45% [2]. Следовательно, мышьяковистая бронза, представленная в составе металлических изделий, в том числе и Картамышского археологического микрорайона [3], является результатом искусственного введения бронзообразующих

примесей. С. А. Григорьев считает, что резкий спад мышьяковистости металла на основе меди обусловлен повышенной температурой выплавки кислых руд на основе кварцевого песчаника, способствующей удалению мышьяка из руды в газообразном виде [4]. На ранних этапах палеометаллической эпохи: преимущественно ранней и средней бронзы, повышенную мышьяковистость бронзы исследователь связывает с легкоплавкостью руд других генетических типов, связанных с повышенной железистостью вмещающих горных пород (базальты, дуниты, серпентиниты). Таким образом, становится понятным, что исходный состав руд влияет на состав полученного металла, передавая ему весь спектр содержащихся химических элементов, а также на температуру и длительность металлургического передела, что приводит к интенсивному удалению легколетучих компонентов, таких как мышьяк [4]. Ранее нами было замечено, что в процессе остывания расплавленного металла, в его объеме происходит процесс страти-

фикации вещества на макроуровне (включения инородных фаз) и на микроуровне (изоморфные смеси и интерметаллические соединения) [5]. Содержания бронзообразующих элементов в полученных нами экспериментальных слитках стратиграфически различались в сотни и даже в тысячи раз. Так, технология легирования оловом в эпоху поздней бронзы наложила свой отпечаток на состав оловянистой бронзы, привнося вместе с оловом сопутствующие химические элементы. Изучая проблему химического состава древнего металла нельзя обойти вниманием необходимость учёта переплавки металлического лома (скрапа) отслуживших металлических изделий. Разумеется, что все эти особенности необходимо учитывать при анализе химического состава металлических изделий разных исторических эпох.

При характеристике химического состава металла эпохи энеолит-бронза Днепр-Донского региона нами отмечены значимые содержания бронзообразующих примесей ($>0,4\%$), а также повышенные содержания (от $0,01\%$) типоморфных примесей, в большинстве случаев отражающие особенности химического состава исходных руд. Так, в последнее время появляются публикации, в которых акцентируется внимание на повышенном содержании хлора в металлических изделиях. Как нам представляется, выявленная тенденция связана с пространственно-генетической связью месторождений медных руд формации медистых песчаников и месторождений каменной соли [6]. В этой связи повышенное содержание хлора в металле можно считать типоморфным химическим элементом меднорудных объектов, относящихся к формации медистых песчаников.

Анализ результатов спектральных анализов металлических изделий эпохи энеолита Днепровско-Донского региона позволил проследить некоторые тенденции. Для эпохи раннего энеолита характерна преимущественно принадлежность всех изделий к группе химически чистой меди. В

эпоху позднего энеолита появляются и металлические изделия, изготовленные из мышьяковистой бронзы. Содержание мышьяка в среднем $0,58\%$, никеля – $0,19\%$, свинца – $0,01\%$, серебра – $0,05\%$. Повышенное содержание никеля характерно для ультраосновных комплексов магматических горных пород, с которыми вероятно и связаны пространственно-генетически меднорудные объекты, которые разрабатывались в энеолите. В металлических изделиях ранней бронзы ямной КИО (12 спектральных анализов) отмечены бронзообразующие содержания мышьяка (среднее $1,83\%$). Для металлических изделий эпохи средней бронзы (катакомбная КИО, 34 анализа) характерно повышенное содержание мышьяка $0,3\%$, свинца $0,1\%$, серебра $0,03\%$, олова $0,06\%$ и сурьмы $0,02\%$, что существенно отличается от предыдущего комплекса примесей. Появление олова может свидетельствовать о повышении кислотности рудообразующих комплексов горных пород. В эпоху поздней бронзы (срубная КИО, 179 анализов) отмечается резко повышенное содержание олова $2,3\%$, сурьмы $0,47\%$, мышьяка $0,47\%$, железа $0,5\%$, никеля $0,1\%$, серебра $0,02\%$. Искусственное добавление олова вынуждает более детально рассматривать содержания других примесей в связи с нарушением примесного состава металла. Повышенное содержание мышьяка, не характерное для медных руд формации медистых песчаников наводит на мысль об искусственном введении этого элемента в металл, подобно олову. В металлических изделиях из погребений срубной КИО повышенное содержание олова составило в среднем 2% . В изделиях из погребений катакомбной КИО фиксируется аналогичный уровень содержания примесных элементов. Различия, как количественные, так и качественные в содержаниях бронзообразующих примесей изделий, происходящих из бытовых памятников, а также из погребений, возможно связано со специальным изготовлением

металлических изделий, как для бытовых нужд, так и для погребальных целей.

В настоящее время мы располагаем исключительно данными химического состава слитков эпохи поздней бронзы. Слитки меди эпохи энеолит - средняя бронза на территории Днепро-Донского региона практически не известны. Химический состав всех металлических слитков эпохи поздней бронзы позволяет отнести их к меди. При разнообразии химического состава металлических изделий, это наводит на мысль об искусственном введении в дальнейшем легирующих примесей для получения бронз необходимого качества. Последнее практически сводит на нет возможность увязки металла к сырьевой базе. При этом повышенное содержание примесных химических элементов может служить типоморфным признаком принадлежности меднорудного сырья к определённым формационным типам, что существенно сужает спектр поиска источника меднорудного сырья для древнего металлопроизводства. Так, в слитках меди эпохи энеолита среднее содержание железа составило 0,3%, марганца 0,017%, серебра 0,02%. Для эпохи поздней бронзы (срубная КИО) отмечаются средние содержания свинца и мышьяка 0,04%, а сурьмы 0,09%. Поэтому для решения вопросов увязки палеометалла к сырьевой базе на основе особенностей химического состава палеометалла, следует использовать данные по химическому составу металлических слитков.

Рассмотрение химического состава металла Днепро-Донского региона весьма интересно в ретроспективе. Важно также его рассмотрение по группам, в зависимости от функционального назначения изделий (табл. 1).

Изучение химического состава металлических украшений эпохи палеометалла исследуемого региона показало, что в эпоху энеолита данная группа изделий представлена в основном медью, в эпоху ранней (ямная КИО) и средней (катакомбная

КИО) бронзы преимущественно мышьяковистой бронзой (до 3,5% мышьяка для ранней бронзы, до 16% - средней бронзы), а в эпоху поздней бронзы – оловянистой бронзой (до 0,47%).

Сплав, в составе которого присутствует высокое содержание мышьяка внешне напоминает серебро, поскольку серебро в древности ценилось намного выше, чем медь, не вызывает удивление её высокое содержание в украшениях.

Орудия энеолита (долота и шилья) представлены мышьяковистой бронзой (содержания мышьяка 0,55-1,2%). Орудия ямной КИО (шилья) представлены мышьяковистой бронзой (содержания мышьяка 0,4-0,7%). Орудия/оружие катакомбной КИО (шилья, топоры) представлены мышьяковистой бронзой (содержания мышьяка 1,9-2,7%). Орудия/оружие катакомбной КИО (ножи) представлены мышьяковистой бронзой (содержания мышьяка в среднем 4,5%).

Наибольшего расцвета бронзолитейное производство достигает в эпоху поздней бронзы (срубная КИО). В это время, несмотря на бедный металлческими изделиями погребальный инвентарь, отмечается расширение номенклатуры бронзовых изделий разного функционального назначения, что и позволяет проследить связь между химическим составом металла и конкретным видом изделий. Обобщение по химическому составу оружия (кельты, наконечники копий, стрел, бритвы) эпохи поздней бронзы (бережновско-маёвская срубная КИО) показало среднее содержания олова - 6,2%, мышьяка – 0,5%. В химическом составе орудий (шило, тесло, долото) содержания олова – 1,3%, украшений – 0,47%. Известно, что прочностные свойства оловянистой бронзы нарастают до достижения 25% олова в бронзе, поэтому оружие, требующее максимальных прочностных характеристик максимально легировано, тогда как украшения – минимально, причём среднее содержание олова соответствует минимально необходимому содержанию олова в бронзе (табл. 2).

МЕТАЛЛУРГИЯ

Общий анализ химического состава изделий из бронзы разного функционального назначения эпохи поздней бронзы Днепро-Донского региона (наконечники стрел, топоры, долота, шилья, иглы, бусы, подвески и т. д.) позволил сделать вывод о том, что каждый тип изделия характеризуется своим спектром и концентрацией легирующих добавок, вводимых для придания необходимых прочностных свойств металлическим изделиям разного функционального назначения. Такая связь и взаимообусловленность как раз и может объяснить вариации состава и содержаний бронзообразующих примесей. Содержания мышьяка в разных изделиях разное, что также свидетельствует об изготовлении специальных сортов бронзы. Так, ножи ямной КИО, а также ножи, топоры катакомбной КИО изготовлены преимущественно из мышьяковистых бронз (первые проценты мышьяка), очевидно для придания требуемой повышенной твёрдости изделиям. В эпоху поздней бронзы олово также вводилось в сплав искусственно, что подтверждается практически полным его отсутствием в исходных рудах, так как медь и олово концентрируются в различных гео-

химических условиях [6]. Более выразительное распределение искусственно привнесённых примесных элементов наблюдается в эпоху поздней бронзы в металлических изделиях срубной КИО. В ножах содержания олова достигают 25%, в кинжалах и топорах – до 10%, серпах – до 20%, наконечниках копий – до 20%, стрелах – до 7,5%, шильях – до 7%, иглах – до 5% (табл. 1). Твёрдость оловянистых бронз возрастает при содержании олова от 5 до 25%, затем резко уменьшается [2].

Таким образом, от энеолита к поздней бронзе отмечена смена химического состава металлических изделий от меди, через мышьяковистую бронзу до оловянно-мышьяковой бронзы, отражая технологические традиции изготовления металла разных исторических эпох. В эпоху поздней бронзы (срубная КИО) отмечено значительное увеличение номенклатуры металлических изделий разного функционального назначения. Последнее позволило установить связь и взаимообусловленность между химическим составом металлических изделий и их функциональным назначением.

Таблица 1 – Средние содержания бронзообразующих примесей (вес.%) в металлических изделиях разного функционального назначения (данные лаборатории ИА РАН, спектральный анализ)

Предмет	Количество предметов	Sn	As	Sb	Pb	Zn	Ni
Бусины*	2	-	3,00	-	-	-	-
Подвеска (тип 1)**	1	-	16,20	-	-	-	-
Подвеска (тип 2)***	1	0,3	0,25	0,04	0,05	-	-
Шило (тип 1)**	3	-	2,7	0,05	-	-	-
Шило (тип 2)***	1	1,3	0,65	0,07	0,04	-	0,50
Игла***	3	0,1	0,55	-	0,05	-	-
Топор**	6	-	1,90	-	-	-	-
Серп***	2	6,0	0,01	1,5	0,3	-	-
Тесло***	2	3,5	0,57	0,01	0,05	-	-
Нож***	3	2,0	0,08	0,04	-	0,03	-
Наконечник копья***	1	2,5	0,20	0,15	-	-	-
Наконечник стрелы***	3	4,0	1,0	0,06	-	-	0,05
Бритва***	2	6,5	0,2	-	-	-	-
Кельт***	4	8,3	1,37	0,10	0,06	-	-

Примечание: мышьяковистый тип бронзы – ямная* и катакомбная** КИО, оловянистый и оловянисто-мышьяковистый – срубная*** КИО.

МЕТАЛЛУРГИЯ

Таблица 2 – Средние содержания химических элементов в металлических изделиях покладам разного функционального назначения эпохи поздней бронзы (срубная КИО)

Тип изделия по функциональному назначению	Sn	As	Sb	Ag	Pb	Fe
Оружие	6,2	0,5	0,05	0,03	-	0,1
Орудия	1,3	0,23	0,035	0,04	0,04	-
Украшения	0,47	0,20	0,06	0,01	0,03	0,21
Слитки	0,0015	0,01	0,035	0,003	0,015	0,06

Библиографический список

1. Бровендер Ю. М. К вопросу о закономерностях перераспределения химических элементов в процессе металлургического передела медных руд в эпоху бронзы / Ю. М. Бровендер, Ю. П. Шубин // Проблемы гірничої археології (матеріали VII міжнародного Картамиського польового археологічного семінару). — Алчевск, 2009. — С. 90-96.
2. Справочник метал листа. Т2 / [ред. А.Г. Рахитада и В.А. Брострема]. — М.: Машиностроение, 1976.
3. Бровендер Ю. М. Металл с поселения срубной общности Червоне озеро 3 в Центральном Донбассе / Ю. М. Бровендер, О. А. Коваленко // Проблемы археології Подніпров'я. — Дніпропетровськ: ДНУ, 2009. — С. 75-79.
4. Григорьев С. А. Проблемы изучения древних металлургических шлаков Северной Евразии / С. А. Григорьев // Геоархеология и археологическая минералогия, 2014. — Миасс, 2014. — С. 1-4.
5. Шубин Ю. П. Распределение элементов-примесей в процессе выплавки меди / Ю. П. Шубин, Ю. М. Бровендер // Сб. науч. тр. ДонГТУ. — Алчевск, 2014. — Вып. 1 (42). — С. 107-111.
6. Кисляков Я. М. Гидрогенное рудообразование / Я. М. Кисляков, В. Н. Щеточкин. — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000. — 608 с.

**Рекомендована к печати д.т.н., проф. ДонГТУ Новохатским А.М.,
к.т.н., доц. ДНТУ Корицким Г.Г.**

к.г.н. Ю.П. Шубін (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР, shubin205@yandex.ru)

ДО ПИТАННЯ ПРО ХІМІЧНИЙ СКЛАД МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ ДОБИ ЕНЕОЛІТА-БРОНЗИ ДНІПРО-ДОНСЬКОГО РЕГІОНУ

Хімічний склад металевих виробів на протязі доби палеометалу змінювався. Джерела налічують понад 250 аналізів хімічного складу металевих виробів, які походять з Дніпровсько-Донецького регіону дозволили зробити висновки. Відомо, що металеві вироби еволюціонували від міді до миш'яквистої і олов'янистої бронзи. Мідний склад металевих злиwkів при наявності виробів з миш'якової і олов'яної бронзи свідчить про штучне введення бронзоутворюючих домішок у метал для набуття ним необхідних властивостей. Зброя характеризується найбільш високим вмістом домішок олова і миш'яку. Аномально високий вміст домішок миш'яку у прикрасах (до 24%) був для набуття металом зовнішнього вигляду, який імітує срібло. Така технологія виробництва металу, а також легкість миш'яку, не дозволяють виконувати прив'язку металу до сировинної бази на основі його хімічного складу.

Ключові слова: бронзоутворюючі домішки, миш'як, олово, металеві вироби, функціональне призначення.

Phd Shubin Y.P. (*DonSTU, Alchevsk, LPR, shubin205@yandex.ru*)

ON THE PROBLEM OF CHEMICAL COMPOSITION OF METAL GOODS OF DNEPRO-DON AREA DATED TO THE COOPER-BRONZE AGE

Chemical composition of metal goods during the paleometal age was changing. Source base which contains 250 chemical analyses of metal goods originated from Dnepro-Don area has allowed to make some conclusions. One knows that metal goods evolved from a cooper to arsenious and tin bronze. Cooper content in metal goods' samples made from arsenious and tin bronze witnesses on putting bronze-forming components into a metal to impart the required properties to it. Armor is characterized with the highest content of tin and arsenic admixtures. Abnormally high arsenic content in ornaments (up to 24%) made them look like silver. Such a technology as well as arsenic volatility does not allow finding a connection between metal goods and source base using their chemical composition.

Key words: *bronze-forming components, arsenic, tin, metal goods, functional purpose.*

УДК 62-133.2+669

Власенко Д.А.,
к.т.н. Левченко Э.П.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ИЗВЕСТНЯКА В АГЛОМЕРАЦИОННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Представлена структурная модель процесса измельчения известняка в молотковой дробилке, применяемой в агломерационном производстве. Проведен анализ подсистем подачи материала, измельчения и выгрузки готового продукта. Определены производительность, скорость движения сырья и готового продукта и его крупность.

Ключевые слова: молотковая дробилка, структурный анализ, производительность, скорость, крупность.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Получение оптимальной крупности кусковых материалов во время дробления и измельчения исходного сырья в машинах различного типа имеет важное практическое значение для агломерационного производства. Это связано со значительным влиянием фракционного состава сырья на производительность процесса агломерации, а также потребительские свойства готового агломерата [1].

В настоящее время при дроблении флюсов, включая известняк, в металлургическом и агломерационном производствах широко используют молотковые дробилки [2], подачу исходного сырья в которые осуществляют вибрационным питателем. На выходе из вибрационного конвейера в районе загрузочного отверстия молотковой дробилки траектория движения кусков известняка определяется скоростью падения материала и вентиляционной способностью ротора. От этого зависит, в какую область рабочей зоны молотков ротора поступает дробимый материал, что, в свою очередь, оказывает влияние на значение угла, под которым произойдет соударение его с молотками, и на дальнейшее направление движения сырья к отбойным плитам, а также на то, в какой плоскости начнется дробление кусков известняка на поверхно-

сти плиты и в какой степени эффективно-сти будет задействована ее рабочая зона.

Одним из способов, позволяющих проанализировать технологические процессы, протекающие в дробильных машинах, является применение структурного анализа, предоставляющего возможность оценить степень влияния различных факторов на отдельных этапах перемещения материала, как во время его загрузки в дробилку, так и в процессе диспергирования на более мелкие частицы [3].

Известно [4] существенное влияние крупности известняка, обожженного в циклонной печи (3-0 мм) и получаемого в кольцевой печи (3-12 мм), на показатели спекания агломерата. При одинаковой степени обжига известь циклонной печи обеспечивает увеличение на 6-7 % скорости спекания агломерата, повышение на 6-7 % выхода класса плюс 5 мм после испытания агломерата в барабане Рубина и уменьшение на 7-8 % выхода класса минус 0,5 мм, что обусловлено не только меньшей крупностью извести циклонной печи, но и большей ее активностью. Влияние крупности извести подтверждено и исследованиями [3, 4], что позволяет увеличить вертикальную скорость спекания агломерата от 15 до 37 %, а при содержании 40 % мелкой железной руды и высокой дисперсности

вводимой извести (90 % класса минус 0,074 мм) снизить ее содержание до 1 % [5].

Постановка задачи. Задачей данной работы является выявление влияния факторов подачи кускового известняка в молотковую дробилку на эффективность использования рабочей поверхности отбойной плиты с точки зрения создания более рационального режима для диспергирования материала.

Изложение материала и его результаты. Структурную схему процесса диспергирования кусковой извести в агломерационном цехе можно представить в виде взаимосвязи элементов трех подсистем (рис. 1): $S_{1,1}$ – загрузки дробилки исходными кусками извести; $S_{2,1}$ – дробления в

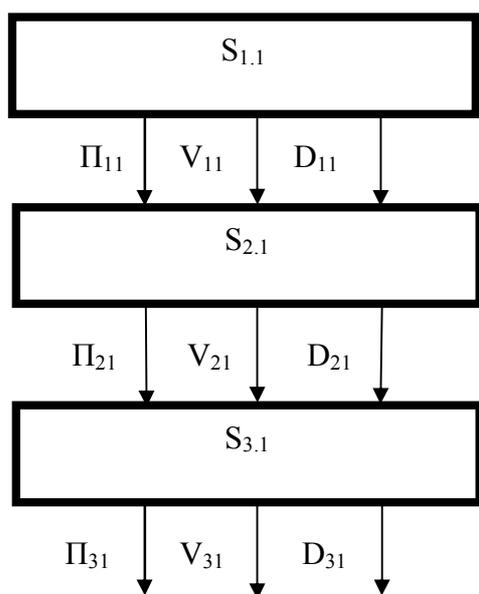


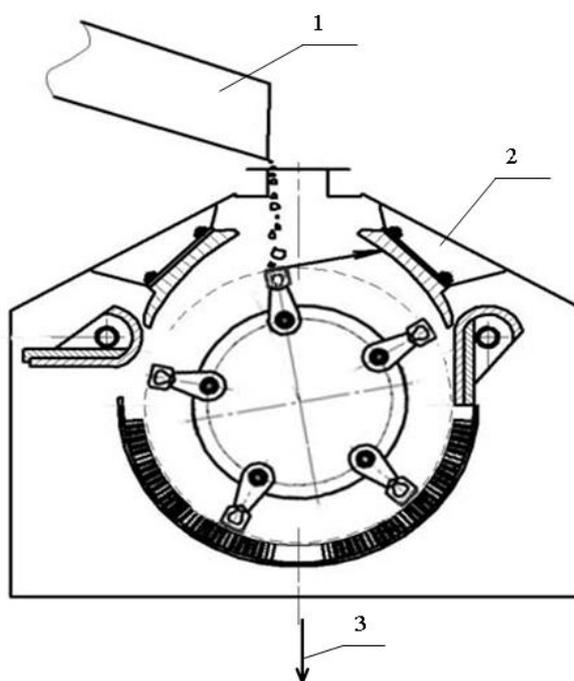
Рисунок 1 – Структурная схема

рабочей камере машины; $S_{3,1}$ – вывода готового продукта.

В качестве функциональных параметров первоначальной подсистемы S_{1c} выступают основополагающие для рассматриваемых процессов факторы – начальная скорость материала V_n , производительность в подсистеме P_n и крупность D_n , которые изменяются на соответствующие параметры V_{n+1} , P_{n+1} и D_{n+1} при переходе в последующую подсистему с состоянием S_{i+1} .

Рассмотрим процессы, происходящие в подсистеме $S_{1,1}$, обеспечивающей загрузку дробилки исходными кусками известняка с помощью вибрационного конвейера.

На рисунке 2 отображено взаимное положение ротора и траектории движения кусков известняка, при котором угол соударения материала с молотками максимально позволяет использовать поверхность отбойных плит, но в такой ситуации количество подаваемого материала будет минимальным.



1 – вибропитатель; 2 – молотковая дробилка; 3 – выход готового продукта

Рисунок 2 – Максимальный угол использования плит

Необходимо выбрать скорость движения материала по поверхности вибрационного питателя, соответствующую траектории падения кусков известняка и обеспечивающую оптимальное взаимоотношение эффективности дробления и количества загружаемого материала. Найдем зависимость количества загружаемого материала в дробилку и эффективности использования поверхности отбойных плит от скорости движения материала по вибрационному конвейеру.

Скорость движения материала определим из формулы:

$$V = (k_1 + k_2 \sin \beta) \cdot a \cdot \omega \cdot \cos \beta_1 \sqrt{1 - \frac{1}{T^2}} \quad (1)$$

где k_1 и k_2 – коэффициенты учитывающие физико-механические свойства материала; $k_1 = 0,9$, $k_2 = 1,5$ [6]; $\beta = 35^\circ$ – угол наклона конвейера; S_n – площадь сечения загрузочного отверстия; $a = 1,6$ мм – амплитуда колебаний трубы; ω – угловая скорость эксцентрикового вала; $\beta_1 = 35^\circ$ – угол направления колебания (угол между коромыслом и перпендикуляром к трубе); $T = 2,3$ – коэффициент режима работы [6];

На рисунке 3 отображено положение, при котором количество подаваемого материала будет максимальным, но тогда угол соударения материала с молотками не позволяет использовать поверхность отбойных плит в полной мере и эффективность дробления падает.

Производительность вибропитателя [6]:

$$П_{11} = 3600 \cdot F \cdot a \cdot V \cdot \gamma_p \cdot \varphi, \quad (2)$$

где F – площадь сечения трубы в свету, м²,

$F = 0,25\pi D^2 = 0,41$ м²; γ_p – насыпная масса груза, $\gamma_p = 1,5$ т/м³ [6]; $\varphi = 0,5$ – коэффициент наполнения трубы.

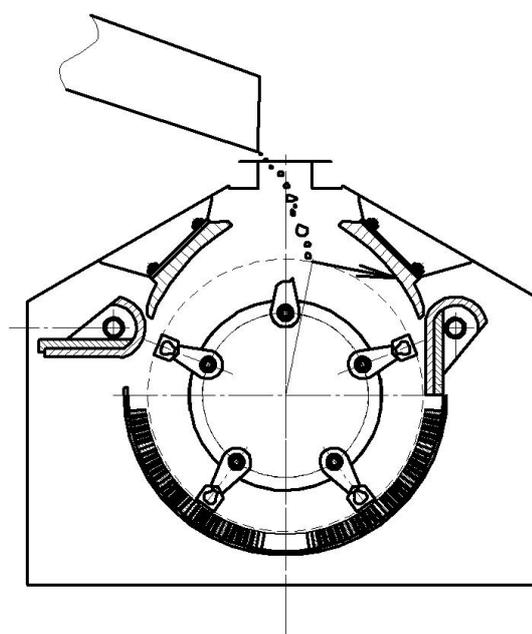


Рисунок 3 – Минимальный угол обхвата отбойных плит

Время, затрачиваемое материалом на проникновение в рабочую зону молотков, при свободном падении составляет 0,38 с. Крупность исходных кусков известняка D_{11} в рассматриваемой подсистеме остается практически неизменной ввиду низкого потенциального и кинетического энергетического воздействия на него.

Рассмотрим влияние подсистемы $S_{2.1}$, обеспечивающей диспергирование материала в рабочей камере молотковой дробилки.

Таблица 1 – Влияние скорости движения материала по виброконвейеру на эффективность использования отбойных плит и производительность

	Угловая скорость эксцентрикового вала, с ⁻¹	Скорость движения материала по трубе, м/с	Производительность вибропитателя, т/час	Эффективность использования рабочей поверхности отбойной плиты, %
1	15	0,33	368	56,1
2	16	0,35	387	54,9
3	17	0,37	409	52,8
4	18	0,40	440	51,3
5	19	0,42	464	50,1
6	20	0,44	487	48,6
7	21	0,46	509	47,0

Производительность дробилки определяется по формуле [7]:

$$P_{21} = B \cdot L_p \cdot h \cdot n \cdot z, \quad (3)$$

где B – длина хорды дуги ротора, соприкасающейся с материалом, м; L_p – рабочая длина ротора, м; h – толщина слоя материала, соответствующая пути опускания свободно падающих тел по высоте молотка за один поворот ротора между последующими рядами молотков, м; n – частота вращения ротора, об/с; z – число рядов молотков.

Формула (2) дает завышенные данные по производительности в связи с тем, что не учитывает влияние толщины молотка, снижающей длину хорды дуги ротора. Учтем это вычтя толщину молотка с учетом количества их рядов:

$$P_{21} = (B - l_m \cdot z) \cdot L_p \cdot h \cdot n \cdot z, \quad (3)$$

где l_m – толщина молотка, м.

Толщину слоя материала h определим из формулы пути [8]:

$$h = V_e \cdot t_h, \quad (4)$$

где V_e – вертикальная скорость падения материала с конвейера в загрузочное отверстие дробилки, м/с; t_h – время поворота ротора на один ряд молотков, с,

$$V_e = V_{11} \cdot \sin \beta, \quad (5)$$

$$t_h = \frac{2\pi}{z\omega}. \quad (6)$$

С учетом (5) и (6), а также, что $n=30\omega/\pi$, формула (3) примет вид:

$$P_{12} = 60(B - l_m \cdot z) \cdot L_p \cdot V_{11} \cdot \sin \beta, \text{ м}^3/\text{с} \quad (7)$$

Скорость движения материала в данной подсистеме определяется как [7]:

$$V_{21} = 1,75 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt[3]{\frac{\sigma_p}{\rho \cdot D_{cm}}}, \text{ м/с} \quad (8)$$

где σ_p – предел прочности материала при растяжении, Па; ρ – плотность материала, кг/м³; D_{cm} – средневзвешенный размер исходного материала, м.

Внутри рабочей камеры машины известняк подвергается многократному соударению с молотками ротора и отбойными плитами, достигая размера отверстий в колосниковой решетке, что определяет крупность готового продукта $D_{21}=D_{31}$, выводимого из дробилки как под действием сил инерции движущихся частиц, так и вентиляторным эффектом ротора, что обеспечивается подсистемой $S_{3.1}$. Для устойчивой работы дробилки производительность каждой из последующих подсистем должна быть равной, а лучше превышать производительность предыдущей подсистемы:

$$P_{31} \geq P_{21} \geq P_{11}. \quad (9)$$

Для повышения эффективности дробления, с точки зрения недопущения лишних затрат энергии, особо важным является своевременное удаление из рабочей камеры дробилки готового продукта, достигшего своей необходимой крупности. Это можно достичь своевременным отсосом пылевоздушной смеси, что увеличивает производительность молотковой дробилки до 30 % [9].

Производительность подсистемы выгрузки готового продукта можно определить как произведение суммарной площади отверстий в сите дробилки на скорость движения частиц дробленого известняка с учетом коэффициента сопротивления на прохождение частиц через отверстия.

$$P_{31} = P_{\Sigma o} \cdot V_{21} \cdot k_c, \quad (10)$$

где $P_{\Sigma o}$ – суммарная площадь отверстий в колосниковой решетке; k_c – коэффициент сопротивления колосниковой решетки.

Выводы и направление дальнейших исследований.

Разработана структурная модель процесса измельчения известняка в молотковой дробилке при производстве агломерата. Полученные с помощью анализа подсистем данные об изменении основных параметров процесса для питателя с площадью сечения трубы 0,41 м² показывают, что повышение эффективности работы

дробилки достигается при максимальном использовании площади рабочих поверхностей отбойной плиты при производительности вибропитателя 368 т/ч и его скорости движения материала 0,33 м/с. Ре-

зультаты численного расчета могут быть применены при выборе рациональных геометрических параметров оборудования для диспергирования известняка.

Библиографический список

1. Блохин В. С. Основные параметры технологических машин. Машины для дезинтеграции твердых материалов. Ч. 1 / В. С. Блохин, В. И. Большаков, Н. Г. Малич. — Днепропетровск: ИМА-пресс, 2006. — 404 с.
2. Жилкин В. П. Производство агломерата, оборудование, автоматизация / В. П. Жилкин, Д. Н. Доронин. — Екатеринбург: Уральский центр ПР и рекламы, 2004. — 292 с.
3. Левченко О. О. Використання системного підходу до аналізу роботи одновалкової зубчастої дробарки. / О. О. Левченко [Електронний ресурс] // Електронний вісник Донбасу. — 2007. — № 2(2). Режим доступу до журн.: http://alma_mater.lnpu.edu.ua/elect_v/№2/07\looozd.pdf
4. Савельев С. Г. Применение в агломерационной шихте извести разной степени обжига / [С. Г. Савельев, Р. Д. Каменев, О. Г. Феродов и др.] // Изв. вуз. Черная металлургия, 1980. — № 3. — С. 24-26.
5. Большак В. В. Влияние извести различного качества на процесс производства агломерата / В. В. Большак, Г. С. Васильев, Е. И. Сулеменко // Тезисы докладов Республиканской научно-технической конференции «Проблемы производства и использования извести в черной металлургии». — Днепропетровск, 1979. — С. 63 - 64.
6. Иванченко Ф. К. Расчеты грузоподъемных и транспортных маши / [Ф. К. Иванченко, В. С. Бондарев, Н. К. Колесник и др.]. — Киев: Вища школа, 1978. — 576 с.
7. Борщев В. Я. Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы : учебн. пособ. / В. Я. Борщев. — Тамбов: изд-во Тамбовского гос. ун-та., 2004. — 75 с.
8. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики / С. М. Тарг. — М.: Наука, 1974. — 478 с.
9. Соколов В. И. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств / В. И. Соколов. — М.: Машиностроение, 1983. — 447 с.

Рекомендована к печати к.т.н., проф. ДонГТУ Уляницьким В.Н.,
д.т.н., проф ДонНТУ Еронько С.П.

Власенко Д.О., к.т.н. Левченко Е.П. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ДИСПЕРГУВАННЯ ВАПНЯКУ В АГЛОМЕРАЦІЙНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Представлено структурну модель процесу подрібнення вапняку у молотковій дробарці, що застосовується в агломераційному виробництві. Проведено аналіз підсистем подання матеріалу, подрібнення та вивантаження готового продукту. Визначені продуктивність, швидкість руху сировини та готового продукту та його крупність.

Ключові слова: молоткова дробарка, структурний аналіз, продуктивність, швидкість, крупність.

Vlasenko D.A., PhD Levchenko E.P. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

STRUCTURAL ANALYSIS OF LIME DISPERSION PROCESS IN AGGLOMERATE PRODUCTION

Structural model of lime grinding in a hammer crusher that is used in sintering production was shown. Analysis of subsystems for material feed, grinding and unloading of finished product was carried out. Productivity, speed of raw materials and finished product movement and its fineness were defined.

Key words: hammer crusher, structural analysis, productivity, speed, fineness.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ
И
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

УДК 681.51

к.т.н. Зотов В.А.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

ПЕРЕХОД ОТ ДИНАМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ К ЧИСЛЕННОМУ РЕШЕНИЮ

Предложена методика расчета процессов в динамических системах в реальном времени. Получены рекуррентные выражения состояния выходов типовых инерционных звеньев в функции произвольного состояния их входов.

Ключевые слова: динамическая система, инерционное звено, рекуррентное выражение.

Постановка задачи анализа процессов в динамической системе часто представляется в виде структурной схемы, содержащей типовые инерционные звенья, нелинейности, алгебраические функции и т. п. Анализ процессов в такой структуре может выполняться микропроцессорными модулями мехатронных систем или подсистемами автоматизированного проектирования.

Различного рода алгебраические и нелинейные звенья легко реализуются программно в соответствии с типовыми алгоритмами [1, 2].

Для вычисления процессов, определенных как инерционные звенья, с помощью микропроцессорных устройств, удобно использовать рекуррентные формулы зависимости состояния выходов звеньев от произвольного состояния соответствующих входов. Это позволяет выполнять анализ процессов непрерывно, в реальном времени.

Указанные зависимости можно получить, используя усовершенствованный метод Эйлера-Коши, применяемый для структурного моделирования систем автоматического управления [2]. Организуя в программе анализа системы взаимодействие между отдельными звеньями, можно рассчитывать процессы в системе, не прибегая к составлению дифференциальных уравнений. При этом обеспечивается простота получения и наглядность результатов, снижается вероятность получения ошибочного решения.

Линейная часть любой динамической системы может быть описана с помощью интегрирующих и дифференцирующих звеньев. Как правило, на основе интегрирующего звена дополнительно строят апериодические звенья первого и второго порядка, а также колебательные звенья.

Для дискретного описания интегрирующего звена, описываемого уравнением вида

$$y(t) = \frac{1}{T} \int_0^t x(\tau) d\tau,$$

где x – входная координата звена; y – выходная координата звена; t – время; T – постоянная времени,

используем численное интегрирование по методу трапеций

$$y_n = h \left(\frac{x_0}{2} + \sum_{i=1}^{n-1} x_i + \frac{x_n}{2} \right), \quad (1)$$

где x_0 – состояние входа в начальный момент времени; x_i – состояние входа в текущий момент времени; y_i – состояние выхода в текущий момент времени; n – номер интервала разбиения; h – шаг квантования.

Время на n -м интервале определяется как произведение $t = nh$.

Для получения рекуррентного выражения, отражающего зависимость состояния выхода y_n от состояния входа x_n , и использующего минимальное количество предыдущих состояний, из (1) найдем предыдущее значение функции и составим разность $y_n - y_{n-1}$.

$$y_{n-1} = h \left(\frac{x_0}{2} + \sum_{i=1}^{n-2} x_i + \frac{x_{n-1}}{2} \right);$$

$$y_n - y_{n-1} = h \left(\sum_{i=1}^{n-1} x_i - \sum_{i=1}^{n-2} x_i + \frac{x_n}{2} - \frac{x_{n-1}}{2} \right) =$$

$$= \frac{h}{2} (x_n + x_{n-1}).$$

Из полученного разностного уравнения найдем y_n , получая рекуррентное выражение

$$y_n = y_{n-1} + \frac{h}{2} (x_n + x_{n-1}).$$

Таким образом, выход интегрирующего звена в функции произвольного состояния его входа, запишется в виде

$$y_n = \frac{1}{T} \left[y_{n-1} + \frac{h}{2} (x_n + x_{n-1}) \right]. \quad (2)$$

Апериодическое звено первого порядка можно представить в виде интегрирующего звена, охваченного обратной связью, описываемого системой уравнений

$$\begin{cases} A(t) = \int_0^t \varepsilon(\tau) d\tau; \\ \varepsilon(t) = x(t) - \frac{1}{T} A(t); \\ y(t) = \frac{k}{T} A(t), \end{cases}$$

где $\varepsilon(t)$ и $A(t)$ – промежуточные координаты модели звена.

Используя выражение (2), запишем эту систему в виде

$$\begin{cases} A_n = A_{n-1} + \frac{h}{2} (\varepsilon_n + \varepsilon_{n-1}) \\ \varepsilon_n = x_n - \frac{1}{T} A_n; \\ y_n = \frac{k}{T} A_n, \end{cases} \quad (3)$$

где ε_n и A_n – промежуточные координаты модели звена, соответствующие текущим значениям величин $\varepsilon(t)$ и $A(t)$.

Получив из второго уравнения системы (3) предыдущее значение ε_{n-1} и подставив в первое уравнение, получим рекуррентное выражение, описывающее состояние

выхода апериодического звена на n -м интервале интегрирования в функции его входа

$$y_n = A_n \frac{k}{T},$$

$$\text{где } A_n = \frac{(2T-h)A_{n-1} + Th(x_n + x_{n-1})}{2T+h}.$$

Рекуррентное описание звена второго порядка получаем аналогично.

Система уравнений, описывающая процессы в звене:

$$\begin{cases} \varepsilon(t) = x(t) - \frac{2\xi}{T} A(t) - \frac{1}{T^2} B(t); \\ A(t) = \int_0^t \varepsilon(\tau) d\tau; \\ B(t) = \int_0^t A(\tau) d\tau; \\ y(t) = \frac{k}{T^2} B(t), \end{cases}$$

где $B(t)$ – промежуточная координата звена второго порядка.

С использованием (2) эта система преобразуется к виду

$$\begin{cases} \varepsilon_n = x_n - \frac{2\xi}{T} A_n - \frac{1}{T^2} B_n; \\ A_n = A_{n-1} + \frac{h}{2} (\varepsilon_n + \varepsilon_{n-1}); \\ B_n = B_{n-1} + \frac{h}{2} (A_n + A_{n-1}); \\ y_n = \frac{k}{T^2} B_n, \end{cases}$$

где B_n – промежуточная координата звена второго порядка, соответствующая текущему значению величины $B(t)$ в текущий момент времени.

Путем аналогичных преобразований получаем рекуррентное описание звена второго порядка

$$y_n = B_n \frac{k}{T^2},$$

$$\text{где } B_n = B_{n-1} + \frac{h}{2} (A_n + A_{n-1});$$

$$A_n = \frac{[4T(T-\xi h) - h^2]A_{n-1} + 2h[T^2(x_n + x_{n-1}) - 2B_{n-1}]}{4T(T+\xi h) + h^2}.$$

Выходная координата дифференци-

рующего звена записывается в виде
 $y_n = (x_n - x_{n-1})/h$.

Для оценки погрешности расчетов вычислялись реакции апериодических звеньев первого и второго порядков на единичное ступенчатое воздействие при $k=T=1$ и шаге квантования $h=0.05T$. Сравнение с результатами, полученными аналитически, показывает, что относительная погрешность расчетов не превышает 5%. При

этом она имеет наибольшее значение только в начале процесса интегрирования, а с момента времени $t > 1.25T$ стремится к нулю. Так как время переходных процессов в звеньях в практических случаях оценивается как $(3 \div 5)T$, расчет производится с достаточной точностью. Уменьшить погрешность удастся уменьшением шага квантования.

Библиографический список

1. Краскевич В. Е. Численные методы в инженерных исследованиях / В. Е. Краскевич, К. Х. Зелинский, В. И. Гречко. — Киев : Вища школа, 1986. — 263 с.
2. Гостев В. И. Системы управления с цифровыми регуляторами : справочник / В. И. Гостев. — Киев: Тэхника, 1990. — 280 с.

*Рекомендована к печати д.т.н., проф. ДонГТУ Корнеевым С.В,
д.т.н., проф. НГУУ Шириным Л.Н.*

к.т.н. Зотов В.О. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

ПЕРЕХІД ВІД ДИНАМІЧНОЇ СТРУКТУРИ ДО ЧИСЕЛЬНОГО РІШЕННЯ

Запропонована методика розрахунку процесів в динамічних системах у реальному часі. Отримані рекурентні вирази стану виходів типових інерційних ланок в функції вільного стану їх входів.

Ключові слова: динамічна система, інерційна ланка, рекурентний вираз.

PhD Zotov V.A. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

TRANSFORMATION FROM DINAMIC STRUCTURE TO NUMERICAL SOLVING

Calculation procedure of processes in dynamic real time systems was proposed. Recurrent expressions of output condition of typical inertia chains in unspecified state function of their inputs were obtained.

Key words: dynamic system, inertia chain, recurrent expression.

УДК 621. 313

Верхола А.В.,
Малинкин В.В.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКОСТИ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ К КОММУТАЦИОННЫМ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯМ

С помощью расчётных соотношений исследована стойкость ряда асинхронных электродвигателей к перенапряжениям, возникающим при коммутации цепи вакуумными контакторами. Сделан вывод о необходимости учитывать возможность повреждения изоляции. Рассмотрен ряд способов ограничения коммутационных перенапряжений и предложен новый.

Ключевые слова: коммутационные перенапряжения, низковольтный вакуумный контактор, асинхронный электродвигатель, электрическая прочность изоляции.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

При исследовании процессов преобразования электромагнитной энергии в асинхронном двигателе он может быть представлен в виде LC – контура [1]. Во время коммутации, непосредственно перед прекращением протекания тока i в обмотках двигателя, в магнитном поле индуктивности L цепи сосредоточена энергия

$$W_L = \frac{L \cdot i^2}{2}. \quad (1)$$

В ёмкости C отключаемой цепи к моменту обрыва тока накапливается энергия

$$W_C = \frac{C \cdot U_o^2}{2}, \quad (2)$$

где U_o – мгновенное значение напряжения на ёмкости в момент времени, непосредственно предшествующий обрыву тока.

Преобразование накопленной электромагнитной энергии при отключении приводит к возникновению колебаний напряжения (перенапряжениям). Величина сгенерированных перенапряжений определяется скоростью спада тока, а их максимальное значение может оказаться критичным для изоляции двигателя.

Для коммутации электродвигателей в последнее время всё более широкое при-

менение находят вакуумные контакторы. Спецификой вакуумных контакторов является быстрое прерывание тока (срез тока), которое объясняется особенностями горения дуги в вакууме.

Необходимость учёта отрицательного воздействия коммутационных перенапряжений на срок службы изоляции электрических машин обязательна при разработке новых типов коммутационных аппаратов [2].

Известна методика оценки воздействия на эксплуатационную надёжность изоляции электрооборудования, которая использует данные экспериментальных испытаний готового аппарата [3].

На этапе проектирования контактора, когда ещё не могут быть получены экспериментальные зависимости, оценку стойкости изоляции электродвигателей к коммутационным перенапряжениям можно провести с помощью расчётных соотношений [4].

Постановка задачи. Задачей данной работы является исследование стойкости изоляции асинхронных электродвигателей к перенапряжениям, возникающим при коммутации цепи вакуумными контакторами с помощью расчётных соотношений.

Изложение материала и его результаты. Величина тока среза i_c вакуумной дугогасительной камеры, при прочих равных условиях, зависит от момента размыкания

контактов t_p относительно начала полупериода отключаемого тока (рис 1.).

Согласно [5] максимальное значение перенапряжения при срезе тока:

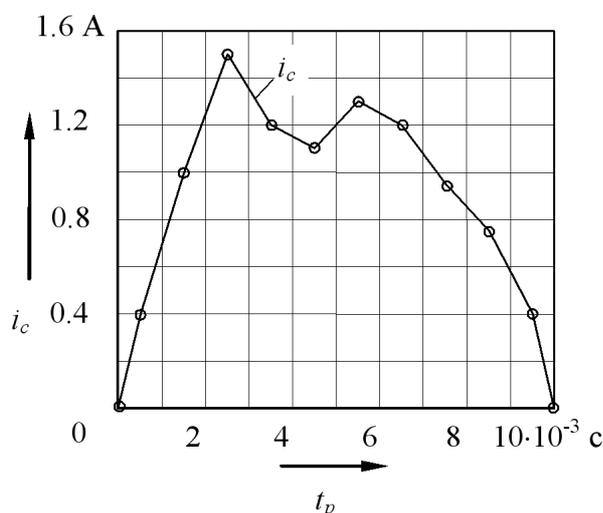


Рисунок 1 – Зависимость тока среза i_c от момента размыкания контактов t_p относительно начала полупериода отключаемого тока для вакуумной дугогасительной камеры КДВ-12-37

$$U_{\text{макс}} = U_o + i_c \cdot Z, \quad (3)$$

где Z – волновое сопротивление отключаемого контура, Ом; i_c – ток среза, А; U_o – мгновенное значение рабочего напряжения в момент среза тока, В.

Волновое сопротивление Z определяется по методике, изложенной в [6], или, по приведенной там же, эмпирической формуле:

$$Z = 1652 - 0.73 \cdot P, \quad (4)$$

где P – мощность отключаемого электродвигателя, кВт.

Для определения мгновенного значения рабочего напряжения в момент среза тока принимается следующее допущение: ток в отключаемом контуре сдвинут по фазе (отстаёт) на $\pi/2$ относительно напряжения. Корректность такого допущения объясняется тем, что наибольшее перенапряжение возникает при отключении индуктивной нагрузки, поэтому именно такое условие должно быть принято при опреде-

лении воздействий коммутационных перенапряжений на изоляцию. Как показал обзор методик оценки коммутационных перенапряжений, данное допущение можно считать общепринятым [1, 7, 8].

Мгновенное значение рабочего напряжения в момент среза тока:

$$U_o = U_a \cdot \cos\left(\arcsin \frac{i_c}{I_a}\right), \quad (5)$$

где U_a – амплитуда рабочего напряжения отключаемой цепи, В; I_a – амплитуда отключаемого тока, А; i_c – величина тока среза, А.

С учётом (5), максимальное значение перенапряжения:

$$U_{\text{макс}} = U_a \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{i_c}{I_a}\right)^2} + i_c \cdot Z. \quad (6)$$

Соотношения (3-6) были использованы для исследования стойкости электродвигателей к коммутационным перенапряжениям. Были рассчитаны максимальные значения перенапряжений с учётом момента размыкания контактов для двигателей ЭКВ-185, ЭКВ-63-55, ЭКВ4-45-6, ЭКВ4-30-6, 3В 3ВР225М2, Э2В 2ВР280S6, ВАО2-315L4, ВАО2-280M10, ЭДКОФВ315M4 и ЭДСВФ250L4. По результатам расчётов построены зависимости. На рисунке 2 показана зависимость перенапряжений от момента размыкания контактов при коммутации вакуумным контактором электродвигателя ЭКВ-63-55. Пунктирной линией на рисунке обозначен уровень импульсной прочности изоляции. Видно, что при любой фазе размыкания контактов вакуумного контактора перенапряжения меньше импульсной прочности, а, значит, угрозы повреждения изоляции двигателя нет. На рисунке 3 показана зависимость перенапряжений от момента размыкания контактов при коммутации вакуумным контактором электродвигателя ЭКВ4-45-6. Видно, что при моментах размыкания контактов от $2.3 \cdot 10^{-3}$ с до $3.0 \cdot 10^{-3}$ с уровень перенапряжений превышает импульс-

ную прочность изоляции электродвигателя, а, значит, может произойти электрический пробой изоляции. Аналогичная картина, когда уровень коммутационных перенапряжений превышает импульсную прочность изоляции двигателя, была зафиксирована для двигателей ЭКВ4-30-6, 3В 3ВР225М2, Э2В 2ВР280S6, ВА02-280М10, ЭДКОФВ315 М4 и ЭДСВФ250L4. Безопасные для изоляции двигателей перенапряжения генерируются при коммутации двигателей ЭКВ-185, ЭКВ-63-55 и ВА02-315 L4.

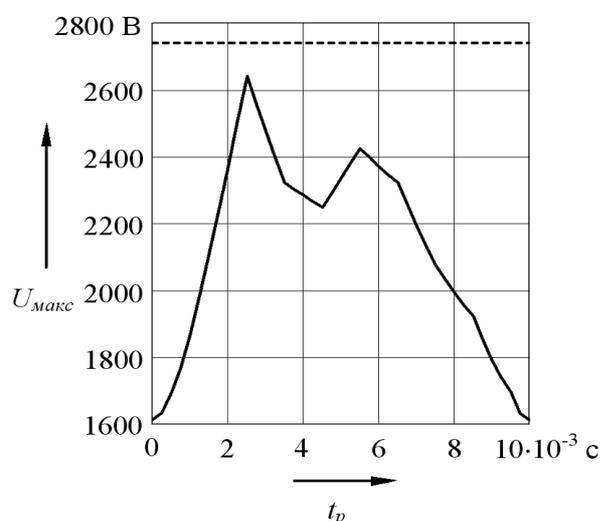


Рисунок 2 – Зависимость перенапряжений от момента размыкания контактов t_p для электродвигателя ЭКВ-63-55

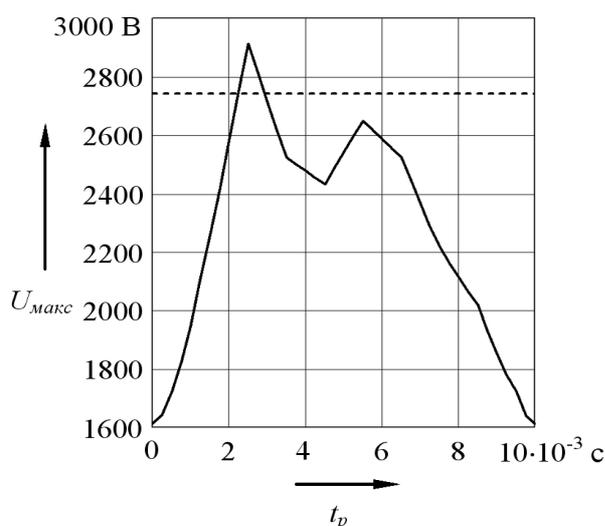


Рисунок 3 – Зависимость перенапряжений от момента размыкания контактов t_p для электродвигателя ЭКВ4-45-6

Выводы и направление дальнейших исследований.

Широкое внедрение вакуумных коммутационных аппаратов в цепях низкого напряжения требует всестороннего рассмотрения существующей проблемы возникновения коммутационных перенапряжений применительно к данным цепям.

Одним из первых способов ограничения коммутационных перенапряжений, возникающих при коммутации цепи низковольтными вакуумными контакторами, стало использование в вакуумных дугогасительных камерах композиционных контактов, в состав которых, как правило, входит легкоплавкий компонент. Недостатком способа является усложнение технологии изготовления вакуумной дугогасительной камеры и, как следствие, её удорожание. Кроме того, в качестве легкоплавкого компонента используются олово и сурьма, что создаёт экологические проблемы при изготовлении и утилизации камер с такими контактами.

К числу схемных мероприятий по ограничению коммутационных перенапряжений относится нормирование длины кабеля и использование РС – цепочек. Недостатком нормирования длины кабеля является возможное изменение его длины или параметров при эксплуатации. Применение РС – цепочек считается достаточно эффективным средством ограничения перенапряжений, однако, это достигается лишь в точке установки цепочки.

Наиболее совершенным в настоящее время считается применение с целью ограничения коммутационных перенапряжений в сетях напряжением 1140 В и 660 В нелинейных ограничителей перенапряжений на основе высоконелинейных резисторов или варисторов. Эти устройства обеспечивают необходимый уровень ограничения коммутационных перенапряжений, допустимые токи утечки и хорошую устойчивость основных рабочих характеристик. К недостаткам нелинейных ограничителей перенапряжений относится

возможность их повреждения при возникновении в цепи коротких замыканий, так как в этом случае через них протекает большой ток.

За исключением первого из рассмотренных способов, все остальные направлены на борьбу с уже возникшими коммутационными перенапряжениями. В то же время, имеется возможность значительно ограничения коммутационных перена-

пряжений путём более полного использования возможностей самого коммутационного аппарата – синхронное с нулём отключаемого тока размыкание контактов вакуумного контактора. Проведенные исследования [4] показывают перспективность этого способа ограничения коммутационных перенапряжений.

Библиографический список

1. Вакуумные выключатели в схемах управления электродвигателями / [В. А. Воздвиженский, А. Ф. Гончаров, В. Б. Козлов и др.] ; под ред. В. Б. Козлова. — М. : Энергоатомиздат, 1988. — 200 с.
2. Козырев Н. А. Влияние внутренних перенапряжений на сроки службы изоляции электрических машин / Н. А. Козырев, О. К. Хомуцецкий // *Изоляция электрических машин : сборник статей по методике определения срока службы изоляции электрических машин*. — М.: Отделение научно-технической информации, стандартизации и нормализации в электротехнике, 1965. — 143 с.
3. Эштейн И. Я. Методика оценки влияния коммутационных аппаратов на эксплуатационную надёжность изоляции электрооборудования / И. Я. Эштейн, А. Ф. Гончаров // *Электротехника*, 1990. — № 2. — С. 68 - 69.
4. Верхола А. В. Расчётные соотношения для оценки амплитуды коммутационных перенапряжений, генерируемых при отключении цепи синхронным вакуумным контактором / А. В. Верхола. // *Сборник научных трудов*. — Алчевск: НИПКИ "Параметр" ДГМИ, 1998. — 224 с.
5. Потаренко А. А. Перенапряжения при отключении шахтного асинхронного электродвигателя вакуумным выключателем / А.А. Потаренко // *Вопросы электроснабжения угольных предприятий. Научные сообщения ИГД им. А.А. Скочинского*. — 1977. — Вып. 156. - С. 32.–38.
6. Каганов З. Г. Волновые напряжения в электрических машинах / З. Г. Каганов. — М. : Энергия, 1970. — 208 с.
7. Потаренко А. А. Выбор шахтных выключателей по допустимому току среза вакуумных дугогасительных камер / А. А. Потаренко // *Создание современного электрооборудования и систем электроснабжения шахт и разрезов. Научные сообщения ИГД им. А. А. Скочинского*. — 1978. — Вып. 168. — С. 56-61.
8. Карковский Л. И. К вопросу аналитической оценки допустимого тока среза вакуумного выключателя для асинхронных электродвигателей / Л. И. Карковский // *Силовые полупроводниковые и импульсные электромеханические преобразовательные устройства: (межвузовский (межведомственный) тематический сборник научных трудов)*. — Куйбышев, 1976. — С.146-150.

*Рекомендована к печати к.т.н., проф. ДонГТУ Мотченко А.И.,
к.т.н. ВНУ им. Даля Комиссаренко А.И.*

Верхола О.В., Малінкін В.В. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ІЗОЛЯЦІЇ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ДО КОМУТАЦІЙНИХ ПЕРЕНАПРУГ

За допомогою розрахункових співвідношень досліджена стійкість ряду асинхронних електродвигунів до перенапруг, що виникають при комутації ланцюга вакуумними контакторами. Зроблено висновок про необхідність враховувати можливість пошкодження ізоляції. Розглянуто ряд способів обмеження комутаційних перенапруг і запропоновано новий.

Ключові слова: комутаційні перенапруги, низьковольтний вакуумний контактор, асинхронний електродвигун, електрична міцність ізоляції.

Verkhola O.V., Malinkin V.V. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

INVESTIGATION OF SWITCHING-SURGE INSULATION LEVEL OF ELECTRICAL MOTORS

Durability of asynchronous electrical motors to switching surges is developed with rated ratio when appearing at circuit switching with vacuum contactors. The conclusion was made of necessity to consider probable insulation damage. A number of ways on limitation the switching surges was studied and the new one was proposed.

Key words: switching surges, low-voltage vacuum contactor, asynchronous electrical motor, insulation strength.

ЭКОНОМИКА

УДК 336.145

*к.т.н. Жданова И.В.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ МЕСТНЫХ ФИНАНСОВ ЛНР

В статье определяется сущность и основные признаки системы местных бюджетов в условиях трансформации экономики ЛНР. Выделяются тактические и стратегические цели и задачи местных бюджетов в условиях развития экономического потенциала территорий республики.

Ключевые слова: *местные финансы, местные бюджеты, финансовые ресурсы, межбюджетные отношения, бюджетная система.*

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Местные бюджеты, выступая основным бюджетным фондом местных органов власти, предназначены для перераспределения финансовых ресурсов между отдельными группами населения, отраслями экономики на уровне административно-территориальных единиц. С помощью этих бюджетов местные органы власти осуществляют аккумуляцию финансовых ресурсов для решения комплексных социально-экономических задач на местном уровне.

Местные бюджеты являются основным денежным фондом органов местного самоуправления, способствуют обеспечению финансово самостоятельного развития территорий страны, определяют эффективность влияния местных органов власти на развития экономического потенциала их территорий. ЛНР – молодая республика, и местные бюджеты являются социально направленными, что обусловлено значительными объемами распределения финансовых ресурсов на финансирование учреждений образования, здравоохранения, социальной защиты и социального обеспечения, жилищно-коммунального хозяйства при незначительном уровне финансирования экономических и экологических статей расходов.

Местные бюджеты выступают важным звеном бюджетной системы ЛНР, с помощью них определяется результативность финансирования инвестиционных проек-

тов на местном уровне, эффективность функционирования местных органов власти. Теоретические основы местных бюджетов рассматриваются в работах В. Игнатова [1], В. Кравченко [2], И. Луниной [3], В. Фетисова [4], О. Бежева [5]. Несмотря на значительные научные работы в области местных финансов, бюджетов, принятия соответствующих документов в области бюджета и налогообложения, требуются дальнейшие исследования, направленные на определение сущности местных бюджетов в условиях трансформации экономики ЛНР. Проводимые исследования будут направлены на определения сущности, целей и задач местного бюджета в условиях осуществления бюджетной децентрализации, создании финансово самостоятельных местных органов власти.

Постановка задачи. Задачей данной работы является обобщение теоретических взглядов на понимание сущности местного бюджета, формирование собственного научного подхода по определению сущности, признаков, целей и задач функционирования местного бюджета в условиях реформирования экономики ЛНР.

Изложение материала и его результаты. Используя местные бюджеты в качестве основного фонда денежных средств, органы местного самоуправления влияют на производственные и социальные процессы на уровне административно-территориальных единиц. Эволюция взглядов советских и русских учёных на

понимание сущности местных финансов и критический взгляд автора представлено (табл. 1).

Значительный вклад в развитие теории местных финансов, бюджетов внесли представители российской научной школы экономики. Так, академик Г. Поляк определяет местный бюджет как совокупность экономических отношений, способствующих территориальному перераспределению национального дохода страны, обеспечивающих создания финансовой базы местных органов власти [13, с. 34]. Автор раскрывает сущность и роль местных бюджетов только с позиции формирования и распределению финансовых ресурсов. При этом в современных условиях бюджеты местных органов власти выступают сложной экономической категорией, направлены на развитие и регулирование финансового потенциала территорий страны. В. Матеюк рассматривает местный бюджет как совокупности форм организации бюджетных отношений, посредством которых часть бюджетных ресурсов государства направляется в распоряжение местных органов власти для обеспечения функций управления местным сектором экономики [14, с. 75].

Авторский коллектив под руководством И. Мацкуляка рассматривают сущность местного бюджета с позиции развития муниципальных финансов как регулируемой государственным законодательством системы экономических отношений, связанных с аккумулярованием определенной части стоимости национального дохода посредством её перераспределения и соответствующего использования данных финансовых средств с учётом функций и полномочий, делегированных вышестоящим уровнем бюджетной системы, возложенных на муниципальные органы самоуправления [15, с. 110].

Авторы раскрывают сущность местного бюджета исключительно как денежного фонда, в который аккумулируются и из которого перераспределяются бюджетные

средства, тем самым ограничивая его стимулирующую роль.

Сущность местных бюджетов, раскрытая автором, отражает только их субъективную сторону. В реальных условиях развития рыночной экономики местные бюджеты направлены на регулирования социально-экономических процессов на уровне административно-территориальных единиц. Анализ взглядов учёных на понимание сущности местных бюджетов, позволило автору определить их как сложную экономическую категорию.

Местные бюджеты это сложная многоаспектная категория, которая включает:

а) с позиции финансов - это фонд денежных средств, способствующий аккумулярованию финансовых ресурсов и их распределения для исполнения функций и задач местными органами власти;

б) с правовых позиций - это юридически оформленный документ, на основании которого осуществляется бюджетный процесс на местном уровне;

в) с позиции экономической теории - экономические отношения, возникающие между местными органами власти и субъектами хозяйствования, домашними хозяйствами, с целью формирования и использования фондов денежных средств для обеспечения развития экономики муниципальных образований и удовлетворения социальных потребностей проживающего там населения;

г) с позиции организации и управления - это основной инструмент по осуществлению государственной бюджетной политики на местном уровне, обеспечения социально-экономического развития и финансовой стабильности;

д) с политических позиций - это документ в котором реализуются интересы политических партий, государственных и местных органов власти.

Местные бюджеты, во-первых, являются материальной основой органов местного самоуправления, во-вторых, направлены на регулирования и стимулирование

ЭКОНОМИКА

Таблица 1 – Систематизация взглядов учёных в понимание сущности местных бюджетов

Автор	Определение местных бюджетов	Комментарии
1. Период с конца XIX ст. до 50-х гг. XX ст.		
Н. Ровинский [6]	Это совокупность задач, поручаемых местным органам власти, и совокупность средств, которыми они располагают для их удовлетворения.	Автор рассматривал бюджет, только с практических позиций как механизм по формированию доходов и осуществлению расходов.
В. Твердохлебов [7]	Это способ удовлетворения местных потребностей за счёт доходных источников, предоставляемых соответствующим местным исполнительным комитетам.	Автор рассматривал только субъективную сторону бюджета.
Л. Велихов [8]	Это оставление органами городского самоуправления и утвержденное в законном порядке общее предположительное исчисление, в принятой денежной единице, предстоящих в определённый период времени.	Автор в основном рассматривал местный бюджет с юридической стороны, не раскрывая значения бюджета в решении экономических задач на государственном уровне.
2. Период с начала 50-х гг. XX ст. до 1991 г. XX ст.		
И. Злобин [9]	Это совокупность экономических отношений, обеспечивающих в плановом порядке финансовую базу местных Советов по развитию, главным образом, отраслей хозяйства.	Автор рассматривает сущность местного бюджета с позиции плановой экономики. При этом в условиях рынка местные бюджеты направлены на решения более сложных задач.
М. Васильева [10]	Это обусловленная административно-территориальным делением и бюджетным устройством государства часть экономических отношений в обществе, связанных с формированием, распределением и использованием фондов денежных средств, предназначенных на цели социально-экономического развития и удовлетворения общественных потребностей.	Автор наиболее точно характеризует предназначение местного бюджета. Однако даже у неё местный бюджет не ориентирован на решения стратегических задач на уровне административно-территориальных единиц, а направлен на решение тактически задач.
Н. Белькович, В. Шаврин [11]	Местные бюджеты выступают финансово-материальной базой для политической, культурной и хозяйственной деятельности местных Советов и базой для развертывания советской демократии.	Авторы рассматривают местные бюджеты, только с позиции формирования материальной базы для удовлетворения потребностей местных властей.
С. Качалов [14]	Местные бюджеты составляют базу местных Советов депутатов трудящихся и призваны удовлетворять потребности хозяйственного и культурного	С. Качалов ограничивает предназначение местных бюджетов в регулировании социально-экономических процессов на местном уровне.
3. Период с 1991 г. по настоящее время		
О. Бежев [5]	Это фонды финансовых ресурсов, предназначены для реализации задач и функций возлагаемых на органы самоуправления.	Авторы раскрывают сущность местного бюджета, только с позиции его материальной значимости.
В. Игнатов [1]	Местные бюджеты отображают политику органов местного самоуправления, являются финансовым планом определённой территории, в котором отображаются наиболее важные задачи местной власти и ожидаемые результаты деятельности.	Автор рассматривает субъективную сторону местного бюджета. При этом, не раскрывает его экономическую природу и социальную направленность.
В. Кравченко [2]	Во-первых, это правовой акт, в соответствии с которым исполнительные органы власти получают легитимное право на распоряжение определённым фондами денежных средств, во-вторых, план (смета) доходов и расходов соответствующего местного органа власти, в-третьих, это экономическая категория	Автор рассматривает сущность местного бюджета лишь с позиции права, материальной сущности. При этом местный бюджет в условиях развития экономики Украины направлен на решения более комплексных и сложных задач на местном уровне.

социально-экономического развития территорий. В-третьих, являются основным финансовым документом местных органов власти.

Через местные бюджеты обеспечивается финансовая безопасность и стабильность на местном уровне, эффективное управление внутренними и внешними местными займами, оценка финансового положения и качества управления финансами, результативность деятельности органов местного самоуправления. Для системы местных бюджетов характерны определенные социально-экономические и специфические признаки.

В условиях трансформации экономики ЛНР местные бюджеты призваны обеспечить полноценное и эффективное финансирование социальных проектов, связанных со строительством жилья для граждан республики, поддержанием и вводом в эксплуатацию государственных медицинских учреждений, социально-культурных учреждений. Считаю, что местные бюджеты в современных условиях развития экономики ЛНР должны быть направлены на решение актуальных для настоящего времени задач.

Стратегическая цель местных бюджетов состоит в своевременном и эффективном финансировании социально-экономических проектов и программ на местном уровне. Реализация стратегической цели достигается в результате решения следующих задач:

- реализация государственной бюджетной политики на местном уровне. Эта задача предполагает проведение эффективной и обоснованной бюджетной политики, связанной с увеличением доходных возможностей, оптимизацией расходных полномочий, уменьшением межбюджетных трансфертов на уровне административно-территориальных единиц;

- регулирование темпов и пропорций социально-экономического развития территориальных образований, предусматривает использование бюджета как основного инструмента по осуществлению финансирования и поддержки приоритетных от-

раслей экономики, предпринимательских структур, социальной инфраструктуры на местном уровне;

- обеспечение финансовой стабильности и безопасности местных органов власти. Эта задача предполагает использование бюджета как основного инструмента по обеспечению необходимыми финансовыми ресурсами местных органов власти, с целью исполнения возложенных на них социально-экономических функций и задач;

- регулирование внешних и внутренних заимствований на местном уровне. Благодаря местным бюджетам органы местного самоуправления осуществляют контроль над эффективным формированием и погашением внутренних и внешних заимствований.

Реализация тактической цели достигается в результате решения следующих задач:

- формирование фонда финансовых ресурсов местных органов власти;

- перераспределение части стоимости созданного ВВП между секторами экономики и социальной сферы на местном уровне;

- осуществление контроля за эффективным и рациональным формированием и использованием бюджетных средств;

- распределение межбюджетных трансфертов государственных и местных органов власти.

Выводы и направление дальнейших исследований. Определена сущность местного бюджета, выделены его признаки, цели, задачи, которые позволяют раскрыть всю его сложность и многогранность в регулировании и стимулировании социально-экономического развития административно-территориальных образований. В условиях трансформации экономики ЛНР, выделенные автором признаки, цели, направления воздействия местных бюджетов должны лечь в основу построения новой концепции развития системы местных финансов.

Дальнейшие научные исследования должны быть направлены на определение функций, принципов, разработки эффективного механизма формирования и исполнения местных бюджетов в условиях

развития экономического потенциала территорий республики, повышения социальных стандартов уровня жизни населения во всех регионах республики.

Библиографический список

1. Игнатов В. Г. Местное самоуправление / В. Г. Игнатов, В. В. Рудой. — Ростов-на-Дону: «Феникс», 2003.
2. Кравченко В. І. Місцеві фінанси України / В. І. Кравченко. — К.: Знання, КОО, 1999. — 487 с.
3. Луніна І. О. Державні фінанси України у перехідний період / І. О. Луніна. — Харків: Форт, 2000. — 296 с.
4. Фетисов В. Д. Бюджетная система РФ : учеб. пособие для вуза / В. Д. Фетисов. — М.: ЮНИТИ ДАНА, 2003.
5. Бежаев О. Г. Межбюджетные отношения: теория и практика реформирования / О. Г. Бежаев; под ред. д.э.н. М. А. Яхъяева. — М.: Экзамен, 2001.
6. Ровинский Н. Н. Местные финансы СССР / Н. Н. Ровинский. — М.: Госфиниздат, 1936. — 164 с.
7. Твердохлебов В. Местные финансы / В. Твердохлебов. — Одесса: Книгоиздательство А. А. Ивасенко, 1919. — 304 с.
8. Велихов Л. А. Основы городского хозяйства / Л. А. Велихов. — М.: Госиздат, 1928. — 392 с.
9. Злобин И. Д. Государственный бюджет СССР: учебник / И. Д. Злобин. — М.: Финансы, 1970. — 368 с.
10. Васильева М. В. Местные бюджеты в современных условиях / М. В. Васильева. — М.: Финансы и статистика, 1987. — 128 с.
11. Белькович Н. Н. Местное хозяйство и местные бюджеты СССР / Н. Н. Белькович, Н. К. Соколова, В. А. Шаврин. — М.: Изд-во Госплана СССР, 1938. — 182 с.
12. Качалов С. В. Бюджетная система СССР / С. В. Качалов. — М.: Госфиниздат, 1955. — 340 с.
13. Поляк Г. Б. Государственные и муниципальные финансы : учебное пособие / Г. Б. Поляк. — М.: ЮНИТИ, 2008. — 375 с.
14. Матеюк В. И. Муниципальные финансы : учеб. пособие / В. И. Матеюк. — Краснодар: Изд-во Кубан. гос. ун-та, 2003. — 196 с.
15. Государственные и муниципальные финансы: учебник / [А. Я. Быстряков, Т. Д. Викулина, В. Ф. Воля и др.]; под ред. И. Д. Мацукуляка. — М.: Изд-во РАГС, 2003. — 676 с.

Рекомендована к печати д.э.н., проф. Гришко Н.В.,
главным специалистом-реvisorом отдела ГНИ ГК НС Мельник Л.Н.

Статья поступила в редакцию 29.04.15.

к.т.н. **Жданова І.В.** (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ МІСЦЕВИХ ФІНАНСІВ ЛНР

У статті визначається сутність і основні ознаки системи місцевих бюджетів в умовах трансформації економіки ЛНР. Виділяються тактичні і стратегічні цілі і завдання місцевих бюджетів в умовах розвитку економічного потенціалу території республіки.

Ключові слова: місцеві фінанси, місцеві бюджети, фінансові ресурси, міжбюджетні взаємини, бюджетна система.

PhD **Zhdanova I.V.** (DonSTU, Alchevsk, LPR)

PROGRESS AND POSSIBILITIES OF LOCAL FISCAL SYSTEM IN LUGANSK PEOPLE REPUBLIC (LPR)

The matter and main features of local budgets system in conditions of economics transformations in LPR were defined. Tactical and strategic purposes and tasks of local budgets in the conditions of developing the economic potential of the republic territories were denoted.

Key words: local finances, local budgets, financial resources, inter-budget relations, budget system.

УДК 332.8

к. держ. упр. Алфьорова І.Є.,
(ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

ОЦІНКА СТАНУ ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА РЕГІОНУ

Наведені результати кластерного аналізу регіонів України за показниками стану житлово-комунального господарства. Проведено векторний аналіз ефективності підприємств житлово-комунального господарства Луганської області. Запропонована модель комплексної оцінки стану ЖКГ регіону.

Ключові слова: житлово-комунальне господарство, кластерний аналіз, векторний аналіз, ефективність, фінансово-економічний стан, собівартість, дотація, тариф.

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними задачами.

Наявні проблеми та критичний стан ЖКГ України давно знаходяться у колі інтересів сучасних науковців і практиків. Останнім часом питанням реформування ЖКГ приділяють пильну увагу такі науковці, як Л. Беззубко, В. Геєць, Г. Губерна, В. Дорофійенко, В. Інякін, І. Панасенко тощо. Серед них проблеми реформування та підвищення соціально-економічної ефективності роботи галузі досліджують М. В. Аївазашвілі, Н. О. Гура, В. В. Дорофійенко, В. М. Колпаков, І. Н. Осипенко, Є. Ф. Петрова, В. П. Полуянов, Г. М. Семчук, Т. М. Строкань, О. І. Судакова, А. К. Судаков, Є. В. Тишин та інші. Основна увага приділяється оцінці набутого досвіду в реформуванні галузі, моніторингу стану об'єктів ЖКГ.

Постановка завдання. Метою даної статті є проведення оцінки стану житлово-комунального господарства України в регіональному аспекті.

Виклад матеріалу і результатів дослідження. Проведемо оцінку рівня розвитку ЖКГ в регіонах і групування їх щодо основних економічних показників. Для цього застосуємо процедуру кластерного аналізу. Кластерний аналіз — це задача розбиття заданої вибірки об'єктів (ситуацій) на підмножини, що називаються кластерами, так, щоб кожен кластер складався зі схожих об'єктів, а об'єкти різних кластерів істотно відрізнялися. Завдання кластеризації

відноситься до статистичної обробки. Кластерний аналіз — це багатовимірна статистична процедура, яка виконує збір даних, що містять інформацію про вибірку об'єктів і потім упорядковує об'єкти в порівняно однорідні групи.

Кластерний аналіз застосовано для більш точної орієнтації в регіональній політиці ЖКГ, для уточнення міри диспропорцій і економічної структури факторів впливу на ці диспропорції. Дослідження проводилися за наступними показниками: рівень рентабельності виробництва (%); рівень відшкодування собівартості послуг та скоригованої за рахунок відрахування невиробничих витрат собівартості (%); рівень оплати послуг споживачами тощо.

Така послідовність здійснення аналізу дозволяє більш точно дослідити проблему збитковості підприємств ЖКГ та рівня сплати послуг населенням, бо враховує не тільки рівень відшкодування тарифом собівартості, але й диференціє рівень відшкодування тарифом скоригованої собівартості послуг. Після отримання необхідних показників здійснюється кластерний аналіз в розрізі сукупності регіонів України згідно класифікації регіонів за показниками максимального значення, вищого за середнє, середнього, нижчого за середнє значення та мінімального. Результати кластерного аналізу регіонів України за показником рентабельності виробництва підприємств ЖКГ — в таблиці 1.

ЕКОНОМІКА

Таблиця 1 – Результати кластерного аналізу регіонів України за показником «Рентабельність виробництва з урахуванням дотації»

Номер кластеру	№ п/п регіону	Регіони	Характеристика кластеру	Рентабельність виробництва з урахуванням дотації
1	1	Чернівецький	Регіони з максимальним рівнем показника (2,625)	+4,8%
	2	Сумський		+3,0%
	3	Одеський		+1,8%
	4	Запорізький		+0,9%
2	5	Вінницький	Регіони з рівнем показника вище середнього (-1,1)	-0,7%
	6	Волинський		-1,0%
	7	Херсонський		-1,6%
3	8	Чернігівський	Регіони з середнім рівнем показника (-3,44)	-2,3%
	9	Київський		-3,3%
	10	Житомирський		-3,6%
	11	Тернопільський		-3,7%
	12	Харківський		-4,3%
4	13	Донецький	Регіони з рівнем показника нижче середнього (-6,09)	-4,8%
	14	Львівський		-4,8%
	15	Рівненський		-4,8%
	16	Полтавський		-5,0%
	17	Хмельницький		-5,0%
	18	Черкаський		-5,1%
	19	Івано-Франківський		-7,0%
	20	Кіровоградський		-7,5%
	21	Миколаївський		-7,7%
	22	Луганський		-9,2%
5	23	АР Крим	Регіони з мінімальним рівнем показника (-13,52)	-10,4%
	24	Дніпропетровський		-11,6%
	25	Закарпатський		-12,2%
	26	м. Севастополь		-15,4%
	27	м. Київ		-18,0%

За результатами цього етапу кластерного аналізу видно, що рентабельними є тільки житлово-комунальні підприємства регіонів, які належать до 1 кластеру (Чернівецького, Сумського, Одеського й Запорізького регіонів).

Розрахунки інших показників показали, що саме регіони-лідери щодо рівня рентабельності виробництва, також входять до першого та другого кластерів за рівнем відшкодування собівартості тарифом. У Чернівецькій та Сумській областях рівень

відшкодування навіть перевищує тариф, тобто ці регіони мають кошти не тільки для безперебійної роботи, але й для подальшого розвитку. Виключенням є Одеська область – при високому рівні рентабельності виробництва (1,8%), досягнутому за рахунок дотацій, рівень відшкодування собівартості тарифом занижений (лише 82,9%).

В середньому за регіонами України, скоригована собівартість нижче повної на 1–8%, що свідчить про велику питому вагу

ЕКОНОМІКА

невиробничих витрат у собівартості житлово-комунальних підприємств в цілому. Тобто, якщо у підприємств ЖКГ з'явиться законодавчо забезпечений стимул щодо зниження власних витрат, то саме незаплановані неvirобничі витрати мають стати першою статтею розгляду.

Наприклад, у м. Києві незаплановані неvirобничі витрати на складають 8,4% від загальної собівартості послуг, в АРК – 3,2 %; в Дніпропетровському регіоні – 1,5%; в Донецькому регіоні – 1,4%; у Харківському – менше 1/100 відсотка.

Таблиця 2 – Результати кластерного аналізу регіонів України за показником «Рівень оплати послуг споживачами»

Номер кластеру	№ п/п регіону	Регіони	Характеристика кластеру	Рівень відшкодування скоригованої собівартості тарифом
1	1	Миколаївський	Регіони з максимальним рівнем показника (0,958)	95,8
2	2	Вінницький	Регіони з рівнем показника вище середнього (0,815)	84,6
	3	Одеський		82,0
	4	м. Київ		81,9
	5	Чернівецький		81,2
	6	Харківський		80,4
	7	Чернігівський		80,2
	8	Волинський		80,2
3	9	Житомирський	Регіони з середнім рівнем показника (0,786)	79,7
	10	Полтавський		79,7
	11	м.Севастополь		78,8
	12	Івано-Франківський		78,7
	13	Київський		77,4
	14	Запорізький		77,3
4	15	Кіровоградський	Регіони з рівнем показника нижче середнього (0,724)	75,9
	16	Херсонський		75,3
	17	Сумський		75,2
	18	Львівський		74,5
	19	Луганський		74,5
	20	Тернопільський		73,1
	21	Хмельницький		72,8
	22	Закарпатський		70,2
	23	Донецький		68,7
	24	Рівненський		68,5
	25	АР Крим		68,4
5	26	Черкаський	Регіони з мінімальним рівнем показника (0,65)	66,9
	27	Дніпропетровський		62,8

Результати кластерного аналізу за показником «Рівень покриття витрат отриманими доходами» вступають в деяке протиріччя з результатами аналізу показника «Рівень відшкодування собівартості тари-

фом», тому що показник рентабельності розраховується, враховуючи дотацію з бюджету, а показник «рівень покриття витрат отриманими доходами» висвітлює ре-

альну ситуацію щодо результатів виробничої діяльності.

Таким чином, якщо за рівнем рентабельності Чернівецька, Сумська, Одеська, Запорізька є лідерами і мають позитивний показник рентабельності, то за рівнем покриття витратків доходами тільки Чернівецька і Запорізька області мають показник, який перевищує 100%. Сумська знаходиться у другому кластері, і відноситься до регіонів з рівнем досліджуваного показника вище середнього. Одеська область знаходиться у четвертому кластері, тобто має цей показник нижче середнього. Харківська область з 3 кластера за рентабельністю мігрувала до 4 кластера за рівнем покриття витрат доходами.

Одним із головних показників, який впливає на фінансовий стан підприємств ЖКГ є показник дебіторської заборгованості населення. У таблиці 2 прослідковується дисбаланс за регіонами рівня сплати населенням житлово-комунальних послуг.

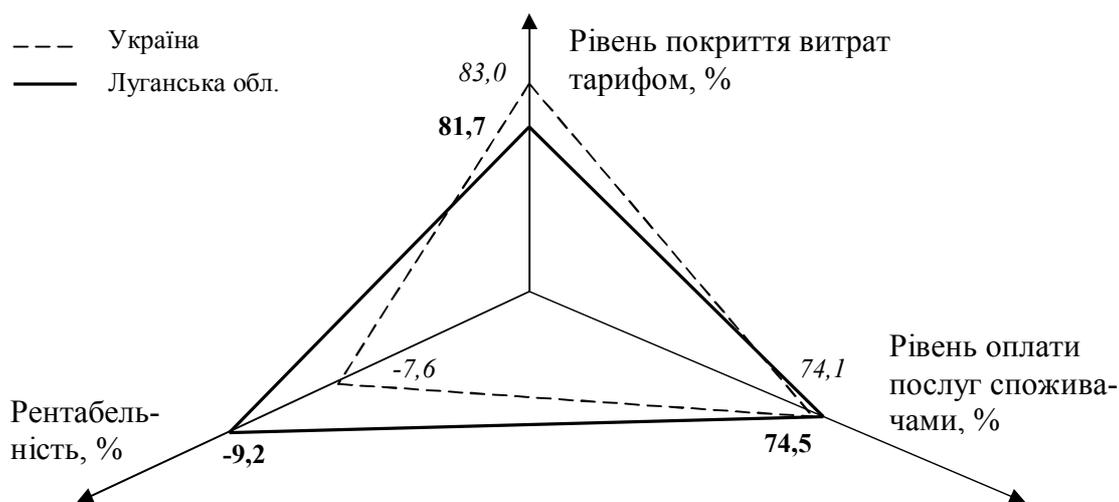
Причинами низького рівня сплати послуг є загальна економічна криза, зниження реальних доходів населення, підвищення тарифів, диспропорції у розвитку регіонів. Зростання цін на житло, воду, електроенергію, газ та інші види палива зростають більшими темпами, ніж розмір се-

редньої заробітної плати. Негативний вплив на платіжний баланс населення проявляє і інфляція.

Слід відзначити, що за загальним підсумком, реальним лідером є Чернівецька область, яка має найвищі показники як по фінансовому стану підприємств ЖКГ, так і по рівню обізнаності населення щодо сплати наданих послуг. Враховуючи, що вона не є лідером ні по рівню середньої заробітної плати, ні по бюджетним доходам, вона є яскравим прикладом плідної та ефективної співпраці органів місцевої влади та населення.

Рівень сплати населенням за житлово-комунальні послуги є так званим «лакмусовим папірцем», який відображає соціально-економічні процеси у країні в цілому, а також у кожному окремо взятому регіоні, і кластерний аналіз дає підстави для розуміння ситуації та уточнення тенденцій економічної ситуації в ЖКГ в регіональному розрізі [1].

Для візуалізації стану ЖКГ окремого регіону, у тому числі порівняно із середнім рівнем розвитку галузі, використовуємо векторний аналіз. Результати векторного аналізу стану ЖКГ Луганської області – на рисунку 1.



Рисунки 1 – Векторний аналіз стану ЖКГ Луганської обл.

ЕКОНОМІКА

Таблиця 3 – Інтегральна оцінка фінансово-економічного стану підприємств ЖКГ

Фінансовий стан	Інтегральний показник фінансового стану підприємств ЖКГ	Регіони	Рентабельність, %	Рівень відшкодування собівартості тарифом, %	Рівень покриття витрат отриманими доходами, %	Рівень оплати послуг споживачами, %
найгірший	0,4	м. Севастополь	-15,4	58,2	57,8	78,8
	0,4	м. Київ	-18,0	83,1	64,5	81,9
нижче середнього	1,2	Закарпатський	-12,2	86,5	79,5	70,2
	1,3	Дніпропетровський	-11,6	88,9	84,3	62,8
	1,5	АР Крим	-10,4	91,2	78,9	68,4
середній	1,8	Луганський	-9,2	90,0	81,7	74,5
	2,0	В середньому по країні	-7,6	91,3	83,0	74,1
	2,1	Кіровоградський	-7,5	91,0	87,1	75,9
	2,2	Івано-Франківський	-7,0	91,1	91,5	78,7
	2,4	Миколаївський	-7,7	92,0	88,2	95,8
	2,4	Черкаський	-5,1	95,4	90,9	66,9
	2,4	Донецький	-4,8	96,1	87,2	68,7
вище середнього	2,5	Рівненський	-4,8	95,3	93,0	68,5
	2,5	Хмельницький	-5,0	94,4	92,7	72,8
	2,5	Львівський	-4,8	95,1	89,6	74,5
	2,5	Полтавський	-5,0	95,2	88,6	79,7
	2,6	Харківський	-4,3	95,6	83,2	80,4
	2,7	Житомирський	-3,6	94,1	88,9	79,7
	2,7	Тернопільський	-3,7	96,4	96,0	73,1
	2,8	Херсонський	-1,6	92,2	83,2	75,3
	2,8	Київський	-3,3	97,3	94,9	77,4
	3,0	Чернігівський	-2,3	97,8	99,5	80,2
	3,2	Волинський	-1,0	98,6	96,0	80,2
	3,2	Одеський	1,8	83,5	77,9	82,0
	3,3	Вінницький	-0,7	97,6	98,2	84,6
	найкращій	3,5	Запорізький	0,9	99,1	102,6
3,7		Сумський	3,0	103,5	96,7	75,2
4,2		Чернівецький	4,8	104,5	109,6	81,2

Для забезпечення більш високого рівня надійності результатів оцінки фінансового стану підприємств ЖКГ рекомендується побудова відповідної моделі із використанням методів економіко-математичного моделювання. Оцінку фінансового стану підприємств ЖКГ рекомендуємо проводити шляхом розрахунку та інтерпретації інтегрального показника. На підставі багатofакторного регресійного аналізу була отримана модель оцінки стану ЖКГ, яка показує чисельно виражений взаємозв'язок між інтегральним показником і по-

казниками фінансово-економічного стану підприємств ЖКГ:

$$Z=0,132 \cdot K1+0,011 \cdot K2+0,012 \cdot K3+0,013 \cdot K4, \quad (1)$$

де $K1$ – рентабельність виробництва з урахуванням дотації, %;

$K2$ – рівень відшкодування скоригованої собівартості тарифом, %;

$K3$ – рівень покриття витрат отриманими доходами, %;

$K4$ – рівень оплати послуг споживачами, %.

Інтервали шкали значень розробленої моделі оцінки стану ЖКГ:

- менше 0,5 – регіони з найгіршим фінансовим станом підприємств ЖКГ;
- від 0,5 до 1,6 – регіони з фінансовим станом підприємств ЖКГ нижче середнього рівня по країні;
- від 1,6 до 2,4 – регіони із середнім рівнем стану ЖКГ;
- від 2,4 до 3,5 – регіони з фінансовим станом підприємств ЖКГ вищим від середнього по країні;
- більше 3,5 – регіони з найкращим фінансовим станом підприємств ЖКГ.

Висновки і напрями подальших досліджень. Проведення кластерного, векто-

рного і дискримінантно-факторного аналізу фінансово-економічного стану підприємств житлово-комунального господарства України в регіональному аспекті дозволив зробити наступні висновки та окреслити напрями подальших досліджень. Порівняльний аналіз свідчить про велику долю невиробничих витрат в ЖКГ і низький рівень відшкодування собівартості тарифами. Виявлені проблеми обумовлюють актуальність подальших досліджень в напрямку більш глибокого аналізу як тарифної політики, так і внутрішньовиробничої діяльності підприємств ЖКГ в кожному регіоні окремо.

Бібліографічний список

1. Димченко О. В. *Житлово-комунальне господарство в реформаційному процесі: аналіз, проектування, управління: монографія* / О. В. Димченко // Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. — Х.: ХНАМГ, 2009. — 356 с.

*Рекомендовано до друку д.е.н., проф. Коваленко Н.В.,
нач. відділення №821 АКІБ «Укрсіббанк» Кравченко В.О.*

Стаття надійшла до редакції 16.04.15.

к.гос.упр. Алферова І.Е. (ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕГИОНА

Приведены результаты кластерного анализа регионов Украины по показателям состояния жилищно-коммунального хозяйства. Проведен векторный анализ эффективности предприятий жилищно-коммунального хозяйства Луганской области. Предложена модель комплексной оценки состояния ЖКХ региона.

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, кластерный анализ, векторный анализ, эффективность, финансово экономическое состояние, себестоимость, дотация, тариф.

PhD in Government Aliforova I.E. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

STATE ASSESSMENT OF HOUSING AND UTILITIES SECTOR IN A REGION

Results of cluster analysis on indexes of Housing and Utilities Sector state in Ukraine's regions were given. Vector analysis of enterprises' efficiency in Housing and Utilities Sector of Lugansk region was carried out. A model of integrated assessment of Housing and Utilities Sector state in a region was proposed.

Key words: Housing and Utilities Sector, cluster analysis, vector analysis, efficiency, financial and economic state, cost price, subsidy, rates.

УДК: 336.71: 336.79

ст. преподаватель Солохина Е.В.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

ПРОБЛЕМЫ КОММЕРЧЕСКИХ БАНКОВ В УСЛОВИЯХ ФИНАНСОВОГО КРИЗИСА И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ

В статье рассмотрены особенности финансового кризиса банковской системы, динамика основных показателей деятельности украинских банков, пути преодоления последствий финансового кризиса в банковской системе

Ключевые слова: *финансовый кризис банковской системы, реструктуризация банковской системы, рекапитализация банков*

Банковская система – это важнейшая сфера национального хозяйства любого развитого государства. Ее практическая роль определяется тем, что она управляет в государстве системой платежей и расчетов; большую часть своих коммерческих сделок осуществляет через вклады, инвестиции и кредитные операции; наряду с другими финансовыми посредниками банки направляют сбережения населения к фирмам и производственным структурам.

Специфика деятельности коммерческих банков состоит в том, что они привлекают денежные средства прочих субъектов и эти средства значительно превышают собственные средства банка. Поэтому финансовый кризис банка имеет негативные последствия для более широкого круга: физических лиц – вкладчиков банка, субъектов предпринимательской деятельности, у которых открыты счета в банке, инвесторов.

Таким образом, кризис одного банка может привести к кризису, а то и банкротству большого числа эффективно действующих предприятий и предпринимателей, а также других банковских учреждений. А в зависимости от масштабов банков и их деятельности, глубины поразивших их кризисных явлений последствия могут быть еще более тяжелыми и повлиять на финансовое состояние всей банковской системы и экономики государства.

Банковский кризис можно определить, как неспособность банковской системы

выполнять свои основные функции аккумуляции и мобилизации временно свободных денежных средств, предоставления кредитов, проведения расчетов и платежей в экономике страны [1].

Кризисная ситуация в банке характеризуется резким увеличением доли сомнительной и безнадежной задолженности в кредитных портфелях банков, ростом их убытков в связи с переоценкой непокрытых рыночных позиций, уменьшением реальной стоимости банковских активов. Все это ведет к массовому ухудшению платежеспособности банков и отражает неспособность банковской системы осуществлять эффективное распределение финансовых ресурсов [2].

Финансовый кризис банковской системы в 2008-2009 годах привел к негативным изменениям экономического состояния большинства стран, следствием чего стал глобальный мировой финансово-экономический кризис.

Мировой кризис повлиял и на большинство украинских банков, ситуация в которых и на сегодняшний день остается очень сложной. Так по состоянию на 01.01.2009 банковскую лицензию НБУ на осуществление банковской деятельности имели 185 банков, из которых в состоянии ликвидации находились 13 банков. По состоянию на 01.01.2013 из 176 банков в состоянии ликвидации находились 23 банка. В пери-

од с 2008 по 2011 год в 27 банках Украины была введена временная администрация.

По состоянию на 01.01.2014 в Украине насчитывалось 180 действующих банков, из которых 11 находилось в стадии ликвидации, а по состоянию на 01.01.2015 функционировали 163 банка. В течение 2014 года банкротами были признаны 33 банка, к ним добавились еще 11 банков за первые два месяца 2015 года. По данным НБУ по состоянию на март 2015 в 19 банках работает временная администрация, 37 банков находятся в стадии ликвидации.

В последние годы не приходится говорить об устойчивости и надежности многих украинских банков, под которой принято понимать способность финансового института сопротивляться неблагоприятным факторам.

Финансовое состояние банка характеризуется, в первую очередь, состав и структура его активов и пассивов. Пассивы банка –

это собственный капитал, в т.ч. созданные резервы, плюс обязательства перед клиентами, т.е. привлеченные средства. Активы – это вся собственность банка в денежном выражении. Основные источники средств для активов – собственный капитал банка и средства вкладчиков, межбанковские кредиты, выпуск облигаций.

По состоянию на 01.01.2014 общие активы всех банков Украины составили 1 трлн. 278 млрд. грн., что на 13,38 % больше, чем год назад (1 трлн. 127 млрд. грн.). Сумма активов по состоянию на 01.01.2015 составила 1 трлн. 316 млрд. грн., т.е. возросла на 3,03 % в сравнении с 2014 годом.

По данным НБУ по состоянию на 01.01.2015 на активы 10 крупнейших банков Украины приходилось 61,8 % (812,69 млрд. грн.) от общей суммы активов всех украинских банков (таблица 1) [3].

Таблица 1 – Активы 10 крупнейших банков Украины по состоянию на 01.01.2015

Банк	Активы, тыс. грн.	в т.ч.	
		в валюте	деньги
Приватбанк	204 585 003	81 362 137	27 075 551
Ощадбанк	128 103 752	36 343 621	13 698 321
Укрэксимбанк	125 999 827	71 990 120	15 116 963
Дельта Банк	60 303 279	23 918 726	7 882 761
Проминвестбанк	52 656 224	35 671 357	4 057 429
Укрсоцбанк	48 258 327	22 773 529	1 562 193
Райффайзен банк Аваль	46 859 432	16 979 774	6 843 152
Сбербанк России	46 740 331	37 179 784	2 731 801
Альфа-Банк	36 693 914	20 890 598	4 617 338
ВТБ Банк	36 502 261	24 861 836	2 011 075

В 2013 году совокупная прибыль украинских банков составила 1,436 млрд. грн., а в 2014 году они понесли убытки в сумме на 52,966 млрд. грн.

Доходы банков Украины за 2014 года увеличились на 26,9 % и составили 191,74 млрд. грн. Расходы возросли на 44 % и составили 214,16 млрд. грн., что в целом привело к совокупным убыткам в 22,4 млрд. грн.

В таблице 2 приведены данные НБУ по самым прибыльным украинским банкам по состоянию на 01.01.2015 [3].

В таблице 3 приведены данные НБУ по самым убыточным украинским банкам по состоянию на 01.01.2015 [3]. Анализ комплекса показателей деятельности банковского сектора в Украине свидетельствует об ухудшении его состояния. Значительно возросла задолженность по привлеченным ресурсам,

ЭКОНОМИКА

Таблица 2 – ТОП-10 самых прибыльных банков Украины по состоянию на 01.01.2015 (тыс. грн.)

Банк	Прибыль	Прибыль до налогообложения	Нераспределенная прибыль
Сити Банк Украина	1 379 831	1 584 820	1 379 831
Приватбанк	749 036	1 067 462	882 083
ВТБ Банк	642 795	418 385	-1 681 711
ING Банк Украина	228 880	281 632	228 880
Кредит Европа	170 086	170 086	170 086
БМ Банк	133 317	-315 961	-380 548
Сбербанк России	108 049	97 937	-826 471
Кредит Агриколь	90 416	120 351	-91 111
Прокредит Банк	78 663	97 630	78 663
ПУМБ	54 200	-140 816	-74 464

Таблица 3 – ТОП-10 самых убыточных банков Украины по состоянию на 01.01.2015 (тыс. грн.)

Банк	Убыток	Убыток до налогообложения	Нераспределенная прибыль
VAB Банк	-10 055 368	-10 045 335	-11 712 967
Укрэксимбанк	-9 805 548	-10 749 193	-9 644 125
Ощадбанк	-8 564 446	-8 596 029	-8 561 390
СитиКомерцБанк	-3 951 786	-3 945 679	-3 926 986
Проминвестбанк	-3 453 846	-3 346 083	-8 358 847
Укргазбанк	-2 801 124	-2 745 607	-8 508 455
Укрсоцбанк	-2 662 247	-3 347 692	-2 413 482
ОТП Банк	-1 999 097	-2 167 772	-1 999 097
Райффайзен банк Аваль	-1 367 334	-2 027 052	-2 321 053
Экспобанк	-1 095 592	-1 095 592	-1 169 685

уменьшились объемы кредитного портфеля, увеличилась доля проблемных кредитов, сократились объемы активов, возросли убытки, снизились показатели рентабельности капитала. Следствием стало резкое сокращение активных операций. Прежде всего, это касается кредитования юридических и физических лиц.

Опыт других государств показывает, что наиболее эффективными направлениями по преодолению последствий банковских кризисов являются:

- преодоление кризиса ликвидности;
- реструктуризация банковской системы;
- рекапитализация банков.

С целью выравнивания временных колебаний ликвидности банковской системы, регулирования денежно-кредитного рынка Национальный банк ввел в практическую деятельность постоянно действующую линию рефинансирования, которая является

гибким механизмом краткосрочной поддержки ликвидности банка.

Действенным инструментом поддержания ликвидности, как отдельного коммерческого банка, так и всей банковской системы в целом, является предоставление через линию рефинансирования Национальным банком кредита "овернайт", который предоставляется сроком на один рабочий день на условиях, определенных генеральным кредитным договором.

Для обеспечения ликвидности коммерческого банка, который переведен в режим финансового оздоровления, Национальный банк может предоставлять стабилизационный кредит.

Также для повышения ликвидности коммерческого банка Национальным банком может осуществляться рефинансирование, т.е. реструктуризация активов, состоящая в преобразовании активов в более ликвидные формы, путем проведения опе-

раций Репо, заключающихся в покупке у коммерческих банков государственных ценных бумаг и иностранной валюты для предоставления им необходимых кредитных ресурсов.

В условиях финансового кризиса одним из средств оздоровления и стабилизации банковской системы является проведение рекапитализации проблемных банков, направленной на существенное увеличение активов банковской системы путем увеличения уставных капиталов банков в форме проведения дополнительного выпуска акций и их распространения среди инвесторов.

В процессе рекапитализации проблемных банков возникает множество вопросов: определение источников финансирования данных операций, учет влияния вложения дополнительного капитала на дальнейшую деятельность финансовых учреждений, обеспечение результативности такого оздоровления с точки зрения развития банковской системы в целом и каждого отдельного банка в частности.

Практика последних лет показала, что поступлений дополнительных вложений от собственников и других инвесторов оказались недостаточными для решения проблем, связанных с обострением финансового кризиса в Украине. В таких условиях возможным путем выхода из кризиса является предоставление финансовой помощи банкам со стороны государства.

Использование государственных ресурсов при проведении рекапитализации, как правило, имеет отношение к уставным капиталам государственных банковских учреждений. Цель таких вложений – повышение капитализации государственных банков, которая становится основой укрепления их финансовой базы. Результатом

является расширение активных операций по финансированию важных для государства направлений развития экономики, а в отдельных случаях – и решение социальных проблем.

Проведение рекапитализации коммерческих проблемных банков с привлечением государственных средств в условиях стабильного развития экономики нецелесообразно, поскольку национальные ресурсы используются для укрепления частного капитала. Однако во время финансового кризиса осуществление таких операций имеет определенные основания.

Быстрый отток депозитов, а также значительные ограничения на привлечение ресурсов путем эмиссий акций и размещения долговых ценных бумаг могут стать причиной ухудшения деятельности не только отдельных банков, но и финансово-кредитной системы в целом. Следствием будет ограничение проведения активных операций, что повлечет за собой уменьшение кредитования экономики, сокращение совокупного спроса и усиление кризисных явлений в ее реальном секторе. В таких условиях государство не может не вмешиваться в решение вопроса оздоровления банковской системы [5].

Оздоровление банков в форме их рекапитализации с использованием государственного ресурса следует ориентировать прежде всего на расширение активных операций банков, на активизацию инвестиций в реальный сектор экономики Украины. Таким образом, банковская система будет создавать условия для увеличения внутреннего платежеспособного спроса, что станет рычагом для оздоровления экономики.

Библиографический список

1. Балабанова И. Т. *Банки и банковское дело*. — СПб: Питер, 2005. — 256 с.
2. *Банковское дело* / [под ред. О. И. Лаврушина]. — М.: Финансы и статистика, 2004. — 547 с.
3. *Официальный сайт Национального банка Украины [Электронный ресурс]*. — Режим доступа: <http://www.bank.gov.ua>

4. Меньшова А. Ю. *Причини виникнення та шляхи запобігання банкрутства комерційного банку: монографія / А. Ю. Меньшова. — Х.: ХДТУ-БА, 2008. — 146 с.*

5. Диба М. І. *Капіталізація банківської системи як чинник підвищення надійності економіки України / М. І. Диба // Фінанси України. — 2009. — №6. — 77 с.*

*Рекомендована к печати д.э.н., проф. Коваленко Н.В.,
нач. отделения №821 АКИБ «Укрсиббанк» Кравченко В.О.*

Статья поступила в редакцию 16.04.15.

ст. викладач Солохіна О.В. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

ПРОБЛЕМИ КОМЕРЦІЙНИХ БАНКІВ В УМОВАХ ФІНАНСОВОЇ КРИЗИ ТА ШЛЯХИ ЇЇ ПОДОЛАННЯ

Розглянуто особливості фінансової кризи банківської системи, динаміка основних показників діяльності українських банків, запропоновано шляхи подолання наслідків фінансової кризи в банківській системі.

Ключові слова: *фінансова криза банківської системи, реструктуризація банківської системи, рекапіталізація банків.*

Senior lecturer Solokhina Ye.V. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

COMMERCIAL BANKS' PROBLEMS IN FINANCIAL CRISIS PERIOD AND WAYS OF THEIR OVERCOMING

Financial crisis peculiarities in banking system and inter-temporal changes of the main operating rates of Ukrainian banks were studied, ways of overcoming the consequences of financial crisis in banking system were proposed.

Key words: *financial crisis in banking system, restructurisation of banking system, recapitalization of banks.*

УДК 332.8

к.держ.упр. Алфьорова І.Є., Черкаська Г.І.
(ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ РЕФОРМУВАННЯ ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА

Проведений порівняльний аналіз загальнодержавних програм реформування і розвитку житлово-комунального господарства. Досліджено проблеми фінансового забезпечення реформування ЖКГ. Сформульовано пропозиції з підвищення ефективності ЖКГ.

Ключові слова: житлово-комунальне господарство, реформування, ефективність, фінансове забезпечення, бюджетне фінансування, інвестиції, платоспроможність.

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними задачами.

Питання реформування та розвитку житлово-комунального господарства сьогодні вивчаються на різних рівнях багатьма провідними вченими-теоретиками та практиками галузі як України, так і зарубіжжя. Серед них проблеми реформування та підвищення соціально-економічної ефективності роботи галузі досліджують М. В. Аївазашвілі, Н. О. Гура, В. В. Дорофійенко, В. М. Колпаков, І. Н. Осипенко, Є. Ф. Петрова, В. П. Полуянов, Г. М. Семчук, Т. М. Строкань, О. І. Судакова, А. К. Судаков, Є. В. Тішин та інші.

Проведений аналіз наукової літератури, присвяченої дослідженню особливостей функціонування та розвитку житлово-комунального господарства в Україні, свідчить про те, що на сьогодні основна увага приділяється оцінці набутого досвіду в реформуванні галузі, моніторингу стану об'єктів ЖКГ. Наявність великої кількості думок щодо ключових питань реформування ринку житлово-комунальних послуг свідчить про необхідність дослідження даної теми.

Запорукою ефективного державного регулювання експлуатації й обслуговування житлового фонду, як і сфери інших комунальних послуг, у сучасних умовах є необхідність вирішення двох одночасних болючих питань. Перше - для забезпечення гідних умов проживання громадян - надання населенню якісних послуг, у нашо-

му конкретному випадку - якісне й своєчасне обслуговування житлового фонду, включаючи весь необхідний спектр виконання робіт. Друге - з огляду на особливості сучасного історичного періоду, становлення й розвитку нашої держави та суспільства, що характеризується нестабільною соціально-політичною ситуацією та низьким економічним рівнем (особливо, низькою платоспроможністю попитом населення) - забезпечити ефективне (рентабельне) функціонування обслуговуючих підприємств, по можливості не збільшуючи вартість послуг, що надаються, а виходить, і розмір оплати їх населенням.

Постановка завдання. Метою даної статті є дослідження проблем та виявлення оптимальних шляхів реформування житлово-комунального господарства України.

Виклад матеріалу і результатів дослідження. Вже досить довгий час стан ЖКГ України характеризується як нестабільний, незадовільний і, навіть, кризовий. Невідповідність відносин у цій сфері змінам в економіці держави, неінтегрованість галузі в систему ринкової економіки, недосконалість системи державного регулювання ринку житлово-комунальних послуг, відсутність виваженої політики розвитку призвели до ситуації, коли це загрожує національній безпеці – адже ЖКГ формує умови життєдіяльності людини. Незадовільний стан основних засобів галузі створює постійну небезпеку аварій, які можуть

стати причинами екологічних, технологічних та соціальних катастроф. Все вищезазначене ще раз підкреслює необхідність перебудови й реформування відносин у ЖКГ. [1] Наявні проблеми та критичний стан ЖКГ України давно знаходяться у колі інтересів сучасних науковців і практиків. Останнім часом питанням реформування ЖКГ приділяють пильну увагу такі науковці, як Л. Беззубко, В. Геєць, Г. Губерна, В. Дорофієнко, В. Інякін, І. Панащенко та ін. Відзначаючи фундаментальність та значимість праць сучасних дослідників ЖКГ, слід зазначити, що недостатньо висвітленим залишається існуючий стан реформування галузі, особливо питання фінансового забезпечення процесу реформ.

Початком процесу реформування ЖКГ України слід вважати прийняття у 1995 р. Концепції розвитку житлово-комунального господарства [2] та Концепції державної житлової політики [3]. Зазначені концепції слугували основою розробки Загальнодержавних програм реформування ЖКГ, яких за останнє десятиріччя в Україні було три:

- ЗУ «Про Загальнодержавну програму реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2004-2010 роки» від 24 червня 2004 р. № 1869-IV (далі – Програма 2004-2010 рр.) [4];

- Проект ЗУ «Про Загальнодержавну програму реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2008-2012 роки» (далі – Програма 2008-2012 рр.) [5];

- ЗУ «Про Загальнодержавну програму реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2009-2014 роки» від 24 червня 2004 р. № 1869-IV в редакції ЗУ №1511- IV (1511-17) від 11.06.2009 (далі – Програма 2009-2014 рр.) [6].

Втім, ознайомлення з зазначеними документами свідчить про різне бачення їх розробниками шляхів реалізації концепції реформування ЖКГ. Зазначена черга нормативних документів мала б дотримуватися принципів плановірності та закономірності: кожна наступна програма повинна була б наслідувати досягнення попередніх програм та розвивати їх, вносячи поправки на вимоги сьогодення. Натомість, принципово відрізняється базис цих програм, тобто цілі (таблиця 1).

Таблиця 1 – Декларовані цілі реалізації Загальнодержавних програм реформування і розвитку житлово-комунального господарства

Програма 2004-2010 рр.	Програма 2008-2012 рр.	Програма 2009-2014 рр.
здійснення державної політики з реформування житлово-комунального господарства, підвищення ефективності та надійності його функціонування, забезпечення сталого розвитку для задоволення потреб населення і господарського комплексу в житлово-комунальних послугах відповідно до встановлених нормативів і національних стандартів [4].	створення ефективної моделі забезпечення населення доступним, високоякісним і комфортним житлом та здійснення його обслуговування з урахуванням потреб і можливостей людини, що гарантуватиме надійність та високу якість послуг з тепло-, водопостачання, водовідведення і обслуговування житла за умови економічно обґрунтованої вартості таких послуг [5].	визначення засад реалізації державної політики реформування житлово-комунального господарства, здійснення заходів щодо підвищення ефективності та надійності його функціонування, забезпечення сталого розвитку для задоволення потреб населення і господарського комплексу в житлово-комунальних послугах відповідно до встановлених нормативів і національних стандартів [6].

Минаючи аналіз напрямів дій Програм, де запропоновані заходи найчастіше зводяться до безмежного переліку існуючих

проблем ЖКГ, зупинимося на джерелах фінансування заходів з реформування.

Так, розробники Програми 2004-2010 рр. пропонували здійснювати реформування галузі за рахунок державного і місцевих бюджетів, коштів підприємств. При цьому майже 30% фінансового забезпечення Програми планувалося здійснити за рахунок підприємств.

З одного боку, законодавчо визнаними суб'єктами процесу державного прогнозування й програмування економічного і соціального розвитку в Україні згідно з ЗУ «Про державне прогнозування та розроблення програм економічного і соціального розвитку України» [7] є органи державної влади, державного управління й місцевого самоврядування. Тобто господарючі структури не є суб'єктами державного планового процесу й не зрозуміло, чому Програма розраховує на їх кошти. З іншого боку, до заходів забезпечення безбиткового функціонування підприємств ЖКГ, які формували би фінансову базу Програми, пропонувалося віднести:

- забезпечення 95%-вої сплати споживачами вартості отриманих послуг – 528 млн. грн.;

- зниження ставки податку на додану вартість до 17% – 1738 млн. грн.;

- зменшення витрат і втрат на виробництво послуг – 583 млн. грн.

Якщо другий пункт відносно ставки ПДВ не викликає питань щодо можливості реалізації (хоча фактично й не був здійснений), реалістичність третього пункту викликає сумніви. Вказаний розмір економії від зменшення вартості витрат і втрат на виробництво послуг у 583 млн. грн. передбачає як один із напрямів дій технічне переоснащення, на яке у програмі передбачено 7362 млн. грн. коштів підприємств, тобто фактично економічний ефект менше розміру витрат у 12,6 рази. Механізм, який заохотив би підприємства авансувати такі кошти у переоснащення із досить довгим терміном окупності, у програмі не запропонований.

Розробники Програми 2008-2012 рр. передбачили найбільш «скромні» бюджетні

видатки на реформування ЖКГ. Загальна «бюджетна вартість» Програми 2008-2012 рр. пропонувалася на рівні 5750,0 млн. грн., що майже в 3 рази менше «вартості» Програми 2004-2010 рр.

Програма 2009-2014 рр. передбачала спрямувати на реформування галузі 23365,0 млн. грн. бюджетних коштів, що майже на третину перевищує аналогічний показник Програми 2004-2010 та в чотири рази Програми 2008-2012 рр. Втім, найбільші витрати програми передбачені на 2011-2013 рр. Аналіз змін видатків Зведеного бюджету на ЖКГ показав, що їх значного зростання у зв'язку з реалізацією програм не відбулося.

Політична криза відсунула на другий план актуальні питання реформування житлово-комунального комплексу України. Разом із тим загальний стан житлово-комунального господарства потребує негайного втручання всіх зацікавлених сторін, і в першу чергу держави та органів місцевого самоврядування. Ще одним підтвердженням цьому є регулярно виникаючі проблеми в роботі галузі як техногенного, так і економічного характеру (соціального, інноваційного).

Свої особливості в роботу галузі вносить фінансово-економічна криза, зменшуючи і без того обмежені можливості її ресурсного забезпечення та надійного функціонування. У житлово-комунальному господарстві накопичено багато проблем, що ставлять під загрозу можливість його сталого функціонування. Відсутність системних перетворень у цій сфері, недосконалість нормативно-правової бази та непослідовність у прийнятті рішень не дозволило досягти бажаного результату щодо створення фінансово-спроможних та ефективно працюючих у ринкових умовах підприємств житлово-комунального господарства, які б надавали споживачам послуги необхідного рівня та якості.

Відсутність інвестицій в галузь та обігових коштів підприємств призвела до значного погіршення технічного стану ос-

новних фондів, підвищення аварійності об'єктів житлово-комунального господарства, збільшення питомих витрат і непродуктивних витрат матеріальних та енергетичних ресурсів, що негативно впливає на рівень і якість комунальних послуг.

Про відсутність реальних зрушень та зволікання з належною реалізацією житлово-комунальної реформи яскраво свідчить статистика. Потребує заміни 87% рухомого складу міського електричного транспорту, 70% автотранспорту, який використовується у сфері благоустрою, близько 40% насосного обладнання та котлів, понад 70% ліфтів тощо. Не відповідають санітарним нормам близько половини полігонів для твердих побутових відходів. Щороку утворюється значна кількість несанкціонованих сміттєзвалищ.

З'ясовано, що сучасний стан житлово-комунального господарства не відповідає встановленим вимогам. Загальними факторами, що стримують його розвиток, є:

- нерозвиненість системи управління з боку власників об'єктів житлово-комунального господарства;

- недосконалість ринкових інститутів з надання житлово-комунальних послуг, які повинні забезпечувати підприємницьку активність у цій галузі;

- недосконале бюджетне фінансування житлово-комунального господарства, особливо в частині відшкодування пільг та субсидій на житлово-комунальні послуги населенню за рахунок державного бюджету;

- загальний технічний знос і технологічна відсталість обладнання підприємств-виконавців послуг, що обмежує можливість надання ними якісних та в повному обсязі вищезазначених послуг;

- обмежена кількість ефективно діючих суб'єктів господарювання у галузі житлово-комунального господарства, в тому числі через відсутність у них обігових коштів та високі ставки їх оподаткування;

- відсутність нормативне скоригованих зв'язків між виробниками, постачальниками та виконавцями житлово-комунальних по-

слуг, особливо щодо обслуговування внутрішньо-будинкових інженерних мереж;

- недостатній платоспроможний попит споживачів на житлово-комунальні послуги,

- нестабільне житлово-комунальне законодавство.

Вирішення цих проблем потребує удосконалення підходів до реформування житлово-комунальної галузі, приведення її у відповідність із загальнодержавними пріоритетами, додержання ефективного використання бюджетних коштів під час реалізації державної політики, розроблення ефективних механізмів залучення позабюджетних коштів для формування житлового фонду і реформування житлово-комунального господарства в рамках розвитку публічно-приватного партнерства.

З метою забезпечення безбиткового функціонування підприємств житлово-комунального господарства необхідно:

- розробити проекти нормативно-правових актів щодо запровадження фінансових механізмів залучення коштів для здійснення енергозберігаючих заходів у житлових будинках;

- внести зміни до Закону України «Про податок на додану вартість» щодо спеціального режиму оподаткування діяльності з надання житлово-комунальних послуг та постачання теплової енергії;

- розробити проект Державної програми розвитку теплозабезпечення населених пунктів на базі регіональних програм розвитку комунальної інфраструктури;

- розробити проекти законодавчих актів з питань технічного переоснащення житлово-комунального господарства, скорочення питомих показників використання енергетичних і матеріальних ресурсів, пов'язаних з виробництвом житлово-комунальних послуг, у тому числі створення дієвого і прозорого механізму стимулювання використання альтернативних джерел енергії та видів палива.

Для залучення інвестицій і співпраці з міжнародними фінансовими установами та

донорськими організаціями необхідно забезпечити:

- розвиток моделі залучення фінансових ресурсів на реалізацію інвестиційних проектів у сфері житлово-комунального господарства від міжнародних фінансових організацій,

- удосконалення системи місцевих запозичень коштів для реалізації проектів модернізації житлово-комунальної інфраструктури,

- розвиток механізмів публічно-приватного партнерства у сфері житлово-комунального господарства.

З метою залучення громадськості до процесів формування житлової політики та реформування житлово-комунального господарства необхідно розробити:

- проекти нормативно-правових документів щодо порядку проведення моніторингу виконання завдань Програми;

- механізм визначення форми державних статистичних спостережень за станом реформування і розвитку житлово-комунального господарства;

- навчальні програми з підготовки управителів майном житлового комплексу;

- методичні рекомендації щодо вивчення органами місцевого самоврядування громадської думки з питань проведення реформи у сфері житлово-комунальних послуг.

Висновки і напрями подальших досліджень. Проведений аналіз засвідчує, що на сьогодні генеральний напрямок розвитку ЖКГ досі не конкретизований. Це проявляється у Програмах 2004-2010 рр., 2008-2012 рр. та 2009-2014 рр., які суттєво різняться між собою та іноді суперечать одна іншій та існуючому розвитку галузі. Можливості ефективного здійснення програм реформування теж викликають сумніви, хоча б з позиції їх необхідного фінансового забезпечення: надто великі суми, заявлені у самих програмах, не відповідають стану речей з реальним бюджетним фінансуванням ЖКГ. Все вищезазначене виявляє значні вади методології макроекономічного планування в Україні – заміна планування програмуванням не сприяє обґрунтованому стратегічному розвитку, а дозволяє лише вирішувати деякі тактичні питання сьогодення. Тому для забезпечення ефективного функціонування ЖКГ необхідно звернутися до планування реформ та їх наукового обґрунтування.

Бібліографічний список

1. Петрушевський Ю. Л. Фінансове забезпечення реформування ЖКГ України / Ю. Л. Петрушевський, О. І. Попадюк // *Ефективна економіка*, 2012. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=1086>

2. Концепція розвитку житлово-комунального господарства України: схвалено постановою Кабінету Міністрів України від 27.02.1995 №150.

3. Концепції державної житлової політики: схвалена Постановою Верховної Ради України від 30.06.1995 №254/95-ВР.

4. Закон України «Про Загальнодержавну програму реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2004-2010 роки» від 24.06. 2004 № 1869-IV.

5. Проект Закону України «Про Загальнодержавну програму реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2008-2012 роки».

6. Закон України «Про Загальнодержавну програму реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2009-2014 роки» від 24.06.2004 р. № 1869-IV в редакції ЗУ №1511-IV (1511-17) від 11.06.2009.

7. Закон України «Про державне прогнозування та розроблення програм економічного і соціального розвитку України» від 23.03.2000 № 1602-III.

*Рекомендовано до друку д.е.н., проф. Коваленко Н.В.,
нач. відділення №821 АКІБ «Укрсіббанк» Кравченко В.О.*

Стаття надійшла до редакції 16.04.15.

к.гос.упр. Алферова И.Е., Черкаская Г.И. (ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕФОРМИРОВАНИЯ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

Проведен сравнительный анализ Общегосударственных программ реформирования и развития жилищно-коммунального хозяйства. Исследованы проблемы финансового обеспечения реформирования ЖКХ. Сформулированы предложения по повышению эффективности ЖКХ.

Ключевые слова: *жилищно-коммунальное хозяйство, реформирование, эффективность, финансовое обеспечение, бюджетное финансирование, инвестиции, платежеспособность.*

PhD in Government Alfiorova I.Ye. Cherkaskaya G.I. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

PROBLEMS AND WAYS OF HOUSING AND UTILITIES SECTOR REFORMATION

Comparative analysis of governmental programs of reformation and development of Housing and Utilities sector was made. Problems of financial support for Housing and Utilities sector reformation were studied. Propositions on efficiency increase for Housing and Utilities sector were given.

Key words: *Housing and Utilities sector, reformation, efficiency, financial support, budgetary financing, investments, solvency.*

**ГУМАНИТАРНЫЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

УДК 128

д. филос. н. Патерыкина В. В.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

НОМО MORTIRUM: ОТВЕТ НА ИЗВЕЧНЫЕ ВОПРОСЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО БЫТИЯ

Человеческая деятельность с неизбежностью предстаёт перед сакраментальным вопросом смысла жизни, конечности жизни отдельного человека, футурологических проблем всего человечества. Определение человека в социальном смысле как homo mortirum позволяет выделить вектор направленности всего существования человека, поскольку в итоге жизни лежит завершение биологического существования. Авторский термин homo mortirum фокусирует все ипостаси деятельности человека, поскольку «человек умирающий» наделяет смысл жизнь. Осознание конечности земного бытия держит в поле равновесия человека через миф, религию, философию.

Ключевые слова: жизнь, смерть, бессмертие, Homo mortirum, смысл жизни, миф, религия, философия.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами.

Вечные вопросы бытийствования homo sapiens включают сакральные понятия счастья, любви, бессмертия, смерти. Столько, сколько будет существовать человечество, столько и будут ставиться эти вопросы, ответы на которые каждое поколение ищет сообразно собственному разумению. Вряд ли ответ на них найдётся, поскольку в перманентности постановки подобных проблем, очевидно, заключается вечная напряжённость мысли и чувства человека разумного. Обнажённый нерв осмысления отношения «Я» и мира с неизбежностью возвращается к проблеме смерти, осмыслив все другие ипостаси бытийствования.

История философской мысли выделила ряд определений человека, учитывая биологический, антропологический, социальный факторы. Homo erectus (человек прямоходящий), homo habilis (человек умелый), homo sapiens (человек разумный), homo ludens (человек играющий), homo fabricus (человек фабричный), homo sapiens sapiens (человек современный), homo naturalis (человек природный) – это далеко не полный перечень, который характеризует различные эволюционные ступени становления человека, его соци-

альное состояние в зависимости от сотворенной им самим второй природы.

Единственное земное существо, осознающее неизбежность завершения биологического существования – человек – выстраивает алгоритм бытийствования применительно к смерти. Этические, религиозные, политические, социальные типы конструкций бытия пронизаны идеями завершения жизни, чрезвычайной её быстротечностью, равенством перед смертью. Осознаются эти идеи или действуют подсознательно, так или иначе они с фатальностью определяют жизнь индивида, сообществ и, в конечном счёте, человечества.

Продолжительность биологического состояния, социальная качественность жизни, востребованность, оценка социумом, продление рода, свобода, самореализация, понимание, творчество, религиозные верования, коммуникация, отдых пребывают под перманентным влиянием осознания того, что любое обозначение человека сводится к понятию «homo mortirum» (человек умирающий). Это понятие фокусирует любое проявление бытия «Я» в мире и объёмлет все другие его обозначения.

Постановка задачи. Задачей данной работы является обоснование авторского термина «homo mortirum» как «человека

умирающего» при обозначении состояния разумного существа, осознающего конечность своего биологического существования. Доказательство доминирующей значимости «*homo mortirum*» как базовой сущности бытийствования человека по отношению к другим его проявлениям и характеристикам.

Изложение материала и его результаты. Трансцендентность инобытия вызвала священный ужас у человека, осознающего трагизм своего временного пребывания. Для смягчения осознания неизбежности перехода в инобытие каждая культура выкристаллизовывала систему ценностей, которая поддерживала эмоциональное равновесие индивида. Мифологические, религиозные, этические, правовые системы удерживают «Я» в поле нормативного существования. Удачны ли формальные сдерживающие и регулирующие основания подобных социальных институтов – вопрос, предполагающий дискуссионный ответ.

Несмотря на древность как мир вопроса о сущности смерти, он не решён и вряд ли когда-нибудь найдёт своё окончательное разрешение. К счастью или нет, но если тайна смерти перестанет быть таковой, человечество утратит нечто. Возможно динамику и остроту ежедневного проживания. Возможно соотношение себя с вечностью, с другим «Я». Возможно то, что беспокоило Иммануила Канта, когда он рассуждал о звёздном небе над головой и нравственном законе внутри себя.

Человек с опаской говорит о смерти, чувствуя подсознательно что, сталкиваясь со смертью в какой-либо форме, даже косвенно, он неизбежно оказывается перед перспективой собственной смерти, картина его смерти как бы приближается к нему и делается более реальной и мыслимой [1, 11]. Раймонд Моуди объясняет табуированность темы смерти следующими причинами: при разговорах о смерти вызывается реальный образ смерти и ощущается близость собственной кончины. Следующая причина трудности затрагивания темы

смерти лежит в самой природе нашего языка, который не в состоянии рефлексировать ощущения, которые лежат за пределами нашего сознательного опыта, потому, что большинство из нас никогда не переживали её.

Говоря о смерти, человек сравнивает её с понятиями, с которыми он знаком из повседневного опыта: сон, забвение, исчезновение сознания навсегда.

Биологическое определение смерти весьма парадоксально: организм живёт, только пока разрушается. Эта мысль Климента Аркадиевича Тимирязева фиксирует нераздельность взаимопереходящих процессов жизни и смерти, их неразрывность в бесконечном вращении бытия. Отсутствие клинически определяемых признаков жизни считается основанием для констатации смерти. При помощи современного оборудования, которое регистрирует даже самые слабые потенциалы мозга, определяются скрытые биологические процессы. Отсутствие активности мозга, о которой можно судить по появлению «плато» на записывающем устройстве при снятии электроэнцефалограммы [1, 132], определяет тенденцию возможности заключения о действительной смерти. Даже необратимая утрата жизненных функций оставляет место для постепенного перехода. В тех случаях, когда сердце перестало биться на какое-то время, ткани тела, в особенности мозга, ещё продолжают жить (потребляют кислород и питающие вещества) довольно долгое время, а некоторая степень остаточной биологической активности сохраняется в клетках тела, даже если её и не удаётся определить клиническими методами. С биологической точки зрения определяется незавершённость перехода жизни к смерти и обратно.

Биологическая парадоксальность с логической неизбежностью приводит к философским парадоксам отношения к смерти. В трактате «Лун юй» V в. до н.э. Кунфу-цзы ставит вопрос: «Не зная, как следует смерти, можно ли познать жизнь?»

Диалектическая продолжаемость жизни через смерть, их переходность, зафиксированная в единстве инь/ян, отмечены восточной культурой. Через две с половиной тысячи лет после вопроса Кун-фу-цзы (Конфуция) в XX-ом веке Эрих Фромм – представитель европейской философской мысли – разрывает две составляющие человеческого бытия. Всезнание о смерти не отменит того, что смерть – не составная часть жизни и нам ничего не остаётся, как принять факт смерти; сколько бы мы ни беспокоились о нашей жизни, она закончится уничтожением, отмечает Эрих Фромм.

Закон зарождения нового зиждется в гибели старого. В переложении философского закона отрицания отрицания к биологическому эту мысль можно оформить следующим образом: смерть есть необходимое состояние жизни и должна восприниматься как естественный этап завершения биологического развития существа. Неестественна только не естественная смерть. С этим категорическим императивом вряд ли смирится человеческая мысль, пытающаяся найти равновесие между восприятием жизни и смерти. Естественно, что проблема Эроса намного привлекательнее, чем проблема Танатоса. Но, тем не менее, в них сосредоточены две равные, хотя и противоположные ипостаси бытия.

Зигмунд Фрейд в работе «Я и Оно» полагал различие двух родов влечений, из которых Эрос значительно заметнее и более доступен изучению [2, 36]. Он охватывает не только сублимированные влечения, но также инстинкт самосохранения. Второй род влечений Зигмунд Фрейд связывает со смертью, задачей которого является возвращение всех живых организмов в безжизненное состояние, в то время как Эрос, всё шире охватывая раздробленную на части жизненную субстанцию, стремится усложнить жизнь и при этом, конечно, сохранить её. Оба эти влечения носят в строжайшем смысле консервативный характер, поскольку оба стремятся восстановить состояние, нарушенное возникнове-

нием жизни. Таким образом, возникновение жизни является с этой точки зрения причиной дальнейшего продолжения жизни, но одновременно также причиной стремления к смерти, а сама жизнь – борьбой и компромиссом между указанными двумя стремлениями. Вопрос о происхождении жизни сохраняет в этом смысле космологический характер, на вопрос же о смысле и цели жизни даётся дуалистический ответ.

Каждый из этих двух родов влечений сопровождается особым физиологическим процессом (созидание и распад), в каждом кусочке живой субстанции действуют оба рода влечений, но они смешаны в неравных дозах так, что живая субстанция является по преимуществу представительницей Эроса.

Каким образом влечение того и другого рода соединяются друг с другом, смешиваются и сплавляются, остаётся для Зигмунда Фрейда совершенно непредставимым: но, что смешение происходит постоянно и в большом масштабе – несомненно. Вследствие соединения одноклеточных элементарных организмов в многоклеточные живые существа удаётся нейтрализовать влечение к смерти отдельной клетки и с помощью особого органа отвлечь разрушительные побуждения во внешний мир. Этот орган – мускулатура, и влечение к смерти проявляется таким образом (вероятно, впрочем, лишь частично), как инстинкт разрушения, направленный против внешнего мира и других живых существ [2, 37].

В целях отвлечения вовне инстинкт разрушения систематически становится на службу Эросу, в чём проявляется их амбивалентность. По мнению Зигмунда Фрейда, нет основания для проведения столь капитального различия между эротическими влечениями и влечениями к смерти, различия, предполагающего совершенно противоположные физиологические процессы. В то же время Зигмунд Фрейд отмечает, что влечения к смерти большей частью без-

молвствуют и что весь шум жизни исходит преимущественно от Эроса.

В эволюционной шкале времени биологический вид *homo sapiens* стал наиболее успешным и сумел создать свой специфический мир ноосферы – культуры, истории, науки, экономики, цивилизации. При этом происходило осознание сопутствующих проблем, которые для разумного существа стали основополагающими.

Хотя французский писатель Жан Брюллер (Веркор) в труде «Люди и животные» не увидел различия между человекоподобной обезьяной и обезьяноподобным человеком, вряд ли даже самые высокоорганизованные приматы мучаются над «проклятыми вопросами» бытия? Жан Брюллер (Веркор) высказал мысль о том, что ни наука, ни философия, ни парламент, ни церковь не могут отличить человекоподобную обезьяну от обезьяноподобного человека. Такая категоричность весьма дискуссионна и преувеличена, поскольку указанные институты если окончательно не определились с подобными дефинициями, то, по крайней мере, не выносят подобные проблемы на периферию обсуждения.

Безоговорочно с Жан Брюллером (Веркором) можно согласиться в том, что проблемой человечества есть факт незнания, чем мы есть, и не приходим к согласию о том, чем хотим быть.

Видовое название *homo sapiens* определено Карлом Линнеем в 1758 г. в труде «Systema Natural», тем самым выделяя человека из мира природы, возвышая в его осознании самого себя. Однако, как отмечает Октавиан Ксенжек, звучащее привлекательно название *homo sapiens* – это всего лишь формальный «адрес» классификации живых существ. Ключевое слово «sapiens» (мудрый, разумный) не имеет однозначной дефиниции и поэтому не может служить обозначением чего-либо иного, в частности и человека [3, 46].

«Чем лучше человек, тем меньше он боится смерти», отмечал Лев Николаевич Толстой. Применительно к отдельному че-

ловеку подобное замечание, очевидно, имеет право на существование. Экстраполяция ощущения смерти отдельно взятого индивида на ощущение целого народа подобна соотношению частного и общего. Каждый народ воплотил своё собственное видение перехода в инобытие через сконцентрированную вербализацию в устном народном творчестве. Конец земной жизни, кончина, разлучение души с телом, умирание, состояние отжившего, смерть человека, конец плотской жизни, воскресенье, переход к вечной, духовной жизни в трактовке В.И. Даля схватывает восприятие славянством конец бытия. Диалектика взаимного перехода жизни и смерти отражена в мысли: «Человек рождается на смерть, а умирает на живот, на жизнь» [4, 233]. Далее словарь помещает различные смыслы и значения понятия смерти: смерть животного, конец бытия его, или возвращение жизненных сил его в общий источник, и разложение плоти; смерть растения, то же, отделение от него растительной силы, или поступление его во власть законов неживой природы. Владимир Даль фиксирует выражения, отражающие различные состояния смерти: умереть своею смертью, природною, отжив, одряхлев; внезапною, наглою смертью, неожиданно и вдруг; болезненною, немощною смертью, от долгой немочи, хвори; насильственной быть убиту, отравлену, случайною, несчастною, от случая, приключенья, утонуть. Лёгкая смерть, быстрая, спокойная, без страданий; тяжёлая, мучительная. Смерть олицетворяется под видом человеческого остова, с косою и склянкою; суеверные видят её в разных образах, костяком в саване, костлявым стариком, старухой, оборотнем. Толковый словарь живого русского языка отмечает пословицы и поговорки, определяющие отношение к смерти. Эти выражения глубоки по обобщениям, метафоричности, порой ироничному отношению к ней. «Не бойтесь смерти тела, бойтесь смерти духа, смерти духовной, греха, зла, худа» – в этой пословице сконцентри-

рована мысль о доминанте духовного над телесным, о преходящем состоянии проявлений материального мира и вечности духа. В сугубо христианской традиции провозглашаются ценности, которые меняются местами, ведь человеческое тело умирает один раз и навсегда, а совесть уходит вместе с человеком, как и его собственное понимание греха и зла.

Предательство, обман, которыми изобилует история человечества, порождены именно боязнью телесной боли и смерти, ведь с духовным (совестью, стыдом) можно и договориться, и оправдать поступок/проступок. Хотя бы для собственного спокойствия. Осознавая непостижимость смерти, народная мудрость фиксирует мысль: «На смерть, что на солнце, во все глаза не взглянешь». Переход к инобытию объективен, как и любое природное явление или стихия (в данной пословице – солнце). Наличествуя вне сознания, явление природы всеобъемлет, вбирает, пронизывает человеческое естество. Солнце – неотъемлемое условие существования всего живого на Земле, но оно и пугает своей непостижимостью, отстранённым отношением к человеку. Не случайно происходит сравнение природной неодушевлённой стихии, которая неподвластна человеку, со смертью, которая также ускользает от понимания, но которая превращает живое в неживое. Солнце – вечно (по крайней мере, в течение своей жизни человек наблюдает его, проживая в его лучах своё собственное существование), оно осязаемо и наличествует в восприятии человека. А смерть ускользающая, не поддающаяся осмыслению, наводящая ужас. И если на Солнце, хотя и с большими усилиями, можно взглянуть, то смерть лишает человека этой возможности, её не увидеть даже мельком. Вот уж поистине «во все глаза не взглянешь».

Параллельность славянских сентенций с эпикурейскими размышлениями над ускользающей для восприятия сущностью смерти очевидны. Согласно Эпикуру,

смерть есть лишение ощущений, поэтому он призывал думать о смерти как о ничто, ведь всё хорошее, и дурное заключается в ощущениях. Называя смерть самым ужасным из зол, он в то же время отмечал, что она не имеет к человеку никакого отношения: когда мы есть, то смерти ещё нет, а когда смерть наступает, то нас уже нет.

Народная мысль выкристаллизовала неизбежность смерти, её фатальность: «От смерти не посторониться», «И всяк умрёт, как смерть придёт», «Смерть да жена Богом дана». Любая сфера деятельности, так или иначе, подпадает под завершение и тлен. Смерть подытоживает земной путь человека, независимо от длительности и качества проживания жизни. «Сим молитву деет, Хам пшеницу сеет, Афет власть имеет, смерть всем владеет» – этот ступок народной мудрости отдаёт дань всепоглощающей силе смерти и концентрирует мысль, которая разворачивается в данном исследовании: человек умирающий (*homo mortirum*) – состояние всеобъемлющее, естественное, завершающее цикл телесного пребывания человека на Земле.

Смерть в христианском прочтении даётся Богом, который волен давать её по своему усмотрению. В пословице «Бога прогневишь – и смерти не даст» отражено ожидание смерти как блага и возвращение к создателю. Непременное регулирующее условие земного существования – послушание – корректируется, в том числе, и приготовлением к смерти. Смерть воспринимается как награда за праведность земной жизни: будешь соблюдать божественные законы при жизни, обеспечишь переход в царствие небесное, которое вечно. Земное бессмертие (если бы такое существовало) воспринимается как наказание в земных условиях, поскольку телесная оболочка греховна и временна, от неё необходимо избавиться для достижения бессмертия духовного. Неслучайно выражение «смертный грех» воплощает прямое и соз-

нательное нарушение Божьих заповедей, нечто непрощённое и губящее.

Словарь живого великорусского языка представляет ещё одну мысль: «Все мы смертоносцы, нося телесную смерть в себе и нанося духовную смерть другим». Согласно ей, всё человеческое естество пронизано векторностью смерти, поскольку тело устремлено к завершению бытия. При этом оно успевает принести обиды и разрушения попыткой возвысить свою телесность, собственную оболочку, носящую дух. Телесность выражает отношение к другой телесности, желая доминировать над ней. Это ли не есть духовная смерть другим? На обыденном уровне метафорический, сконцентрированный язык выражает отношение к смерти как неизбежности, как всеохватывающему завершению человеческого бытия.

Миф, религия, философия фиксируют проблему жизни, смерти, бессмертия, смысла жизни своими собственными способами. Формат данного исследования позволяет остановиться лишь на некоторых фрагментарных примерах отношения к смерти мировых религий – буддизма и христианства.

Теоретик буддизма Вивекананда С., представляя веданту как религию будущего, подчеркивает универсальное единство мира. Я – то же, что и другой человек, что и каждое животное. Это одно тело, один разум, одна душа всесуществующая. Дух никогда не умирает. Нет смерти нигде. Нет её для тела, нет её и для разума. Как же может умереть тело? Всё восполняется – разве дерево умирает? Вселенная – моё тело. Смотри же, как оно продолжается. Весь разум – мой разум. Всеми ногами я передвигаюсь, при помощи всех уст я говорю, в каждом я воскресаю. Почему я не могу почувствовать это? По причине этого индивидуализма, по причине этого свинства. Вы заковали себя вашим рассудком и можете быть только здесь, не там. Что такое бессмертие? Сколь немногие ответят: «Это наше собственное существование».

Большинство же людей думают: всё смертно и кончено, а потому здесь нет Бога и они обретут бессмертие путём переселения на небеса. Они воображают, что увидят Бога после смерти. Но если они не увидели Его здесь и сейчас, они не увидят Его и там после смерти. Хотя они все верят в бессмертие, они не знают, что бессмертие не обретается смертью и переходит на небо, не обретается только оставлением этой свинской индивидуальности, которая делает из неё жалкий кусок этого маленького тела. Бессмертие – это знание себя как единого со всем сущим, бессмертие – это способность жить во всех телах, бессмертие – это растворение своего рассудка в универсальном разуме [5, 8-11].

Ещё один представитель апологетики буддизма Кришнамурти в труде «Восемь бесед в Бомбее в 1959-1960 гг.» даёт определение смерти как соединение интеллекта и чувства, поясняя подобное соединение извлечением выгоды из духовного мира. В данном контексте речь идёт о духовной смерти человека, когда интеллект с его поисками материальной выгоды сводит к минимуму усилия чувств [6, 13].

Метафизическая природа телесности дала возможность христианству выработать учение о воскресении в теле. Тело принадлежит метафизически к существу человека и смерть, разрушая тело, не может всецело его погубить: некий трудноопределимый «остаток» как раз и создаёт возможность воскресения (без этого воскресение превратилось бы в новое творение тела). Конечно, воскресение не есть простое «восстановление телесности»: «Сеется тело душевное, по слову ап. Павла, – восстаёт тело духовное»... Духовное тело, освобождаясь от ограниченности, присущей телу душевному, может быть исцелённым от заразы греховности, так что воскресшие в теле могут сподобиться Царства Божия, но человек может оказаться и сугубо обременённым своими грехами и должен будет войти в «воскресение суда». Протоиерей Василий Зеньковский вы-

ражает идею христианства о том, что смертью тело не разрушается, что всегда остаётся продолжение в виде духовного начала [7, 137].

Е.Н. Трубецкой не усматривает различия в религиозных мироощущениях различных систем. По его словам, смертью оканчивается и преходящее опьянение жизненного пира Диониса и возвышенный полет индийского аскета. Ибо то, что называется блаженством в брахманизме, как и в буддизме, на самом деле не есть победа жизни, а как раз наоборот победа над жизнью и, стало быть, победа смерти [8, 290]. Христианский постулат «смертью смерть поправ», на котором базируется идея доминанты жизни над смертью, не вмещается в данную мысль Е.Н. Трубецкого и, более того, находится в прямом противоречии с ней.

Поиск смысла жизни, по мнению Е.Н. Трубецкого, открывается в самом страдании, в самой немощи твари, в неудачах её искания, в её высшей, предельной муке, более того – в самой смерти. Если Бог есть жизнь, то смерть, царящая в этом мире, возможна лишь как последствие отчуждения мира от Бога. Умирает всё то, что оторвано от Бога, всё то, что ищет отдельной от Него жизни, но «совершенная жертва» восстанавливает полное единство между Богом и тварью, и тварь, вернувшаяся к источнику жизни, тем самым оживает. Божественная жизнь есть полнота, а полнота не мирится со смертью. Не какая-либо часть человеческого существа должна жить в этой полноте, а весь человек – и дух, и тело. Жизнь Богочеловека, Его страдание, смерть и воскресение – всё здесь связано неразрывной логической цепью. Это и есть логика мирового смысла.

В художественной литературе воплощение смысла жизни отразилось, в частности, в исканиях Л.Н. Толстого, который видел его в необходимости религии и веры. Период наивысшего духовного напряжения писателя привёл к постановке вопросов: для чего живёт человек, есть ли

смысл жизни, почему человек умирает, не отрицает ли смерть смысла жизни вообще? Наиболее драматичной для Л.Н. Толстого была позиция о нежелании людей замечать смерть. Процесс жизни, но не смысл в большей степени занимает человека. Но, тем не менее, рано или поздно перед каждым мыслящим человеком встаёт «страшный» вопрос: зачем? Ведь всё легко побеждается смертью, перед ней всё, что казалось важным и нужным, становится пустым и никчемным. Не найдя поддержки в научном объяснении смерти, Л.Н. Толстой обращается к следующим рассуждениям: если жизнь бессмысленна, то зачем её проживать? Но вряд ли человек выискивает тайну, которая даёт силу жизни. Писатель в религиозной вере находит ответ в цели и смысле жизни. «Жить так, чтобы смерть не могла разрушить жизни» – но для этого необходима духовность, т.е. сведение к минимуму витальных потребностей. Не война, торговля, наука, искусство составляют смысл жизни, а развитие духовных потребностей.

В трактате с символическим названием «Путь жизни» Л.Н. Толстой вывел градацию ступеней познания. На низшей ступени проявляется природа человека, его физиологические потребности. Следующая ступень поднимается над животной, но и она недостаточно высока, поскольку на ней человек живёт ради молвы, людских суждений. На третьей ступени происходит подъём человека над животными чувствами, страстями и мнениями. Духовная жизнь третьей ступени богаче физиологии и тщеславия людской молвы. Именно духовность на третьей ступени развития предоставляет бессмертие, когда происходит его ощущение. По мнению Л.Н. Толстого, смерть есть удел низшего уровня сознания, она уничтожает «жизнь в теле», а потому она страшна для живущих исключительно витальными потребностями, со смертью тела они прекращаются. Находясь на третьей ступени духовности, человек обретает бессмертие. Смерть есть из-

менение оболочки, с которой соединен дух человека. Чтобы жить вечно, чтобы не зависеть от смерти, надо найти свое «вечное» дело и делать его для людей, что обозначено как «дело любви».

Стремление к совершенствованию становится целью жизни: «Совершенствовать свою душу – это не мало, а достаточно. Это дело может поглотить так же сильно, как всякая страсть». Три жизни проживания человеком: «растительная» жизнь, «индивидуальная» (жизнь, сознающая себя отдельным существом) и «божественная» выводят его к религиозным высотам, но духовная жизнь не сводима, согласно Л.Н. Толстому, только лишь к религиозности, поскольку вбирает в себя смысл жизни. «Всё в тебе» – сущность жизни формируется самим человеком, и только он придаёт ей изначальный смысл. За каждодневной суетой проступает главный жизненный смысл – делать свою жизнь, делать так, чтобы жизнь была цельным, разумным, хорошим делом. Неслучайно все философские, нравственные учения мира ставили перед собой цель поиска смысла жизни. Исключительность духовного развития доминирует над материальным и составляет смысл жизни человека. Потребность в созидательной деятельности, а не в бессмысленности эгоистической жизни ставится Л.Н. Толстым в основе преодоления смерти, в продлении сущности человека.

Выводы и направления дальнейших исследований. Для любого здравомыслящего человека рано или поздно становится актуальной экзистенциальная проблема смысла жизни, конечности собственного бытия. На уровне личностного понимания ответ приобретает довольно разнообраз-

ные характеристики. На уровне коллективного осмысления этих проблем мифология, религия, философия пытаются найти смягчающее равновесие для перехода человека из бытийствования в небытие. Философская, социологическая, культурологическая мысль выделила достаточно определений для человека, среди которых его видовые, антропологические, социальные признаки. Как бы ни проживалась и сколько бы ни проживалась человеческая жизнь, она имеет завершение, с которым мысль или не хочет мириться или ищет способы его приближения. Векторность смерти позволяет ввести в культурологический, социологический, философский, антропологический подходы к определению сущности человека новый авторский термин «*homo mortirum*» (человек умирающий). Этот термин отражает ту сущность человеческого бытия, которая держит его в напряжении и подчиняет все социальные институты для сохранения его жизни и готовит к переходу в вечность.

Дальнейшие исследования этой многоплановой и необъятной темы будут направлены на детальное анализирование рефлексии проблемы смерти в истории развития человеческой мысли. Пласты религиозного, научного подходов будут и в дальнейшем составлять предмет исследования через миф, религию, философию. Особым направлением предполагается сделать визии художественного осмысления темы смерти в произведениях мировой литературы. Авторский термин «*homo mortirum*» охватывает весь смысл человеческого бытия и определённой мерой позволяет ответить на вечные вопросы человечества.

Библиографический список

1. Моуди Р. *Жизнь после жизни* / Раймонд Моуди. — М.; Рига : Старт-Синектика, 1991. — 160 с.
2. Фрейд З. *Я и Оно* / Зигмунд Фрейд. — М.: МПО «МЭТЕМ», 1990. — 56 с.
3. Ксенжек О. *Quid est Homo? Або Що є Людина?* / Октавіан Ксенжек // *Світгляд*. — 2009. — № 1. — С. 45-51.

4. Даль В. И. Толковый словарь живого великорусского языка. в 4 т. Т. 4: / Владимир Даль. — СПб. : ТОО «Диамант», 1996. — 688 с. — [Оформл. «Диамант»]
5. Вивекананда С. Веданта как религия будущего? / Свами Вивекананда. — СПб: Петроградский и Ко, Общество Рамакришны, 1991. — 8 с.
6. Кришнамурти Д. Восемь бесед в Бомбее в 1959-1960 гг./ Джидду Кришнамурти. — М.: Гиль-Эстель, 1992. — 80 с.
7. Зеньковский В. В. Принципы православной антропологии / Василий Зеньковский // Русское зарубежье в год тысячелетия крещения Руси. — М.: Столица, 1991. — С. 115 - 148.
8. Трубецкой Е. Н. Смысл жизни / Е. Н. Трубецкой // Русские философы. Антология. — М.: Республика, 1994. — 432 с.

**Рекомендована к печати д.филос.н, проф. ЛУ им. В. Даля Лустенко А.Ю.,
к.филос.н. ДонГТУ Сандыгой О.И.**

Статья поступила в редакцию 06.04.15.

д.филос.н. Патерикіна В.В. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

НОМО MORTIRUM: ВІДПОВІДЬ НА ОДВІЧНІ ПИТАННЯ ЛЮДСЬКОГО БУТТЯ

Людська діяльність неодмінно стає перед сакральним питанням сенсу життя, кінцевості життя окремої людини, футурологічних проблем усього людства. Визначення людини у соціальному сенсі як homo mortirum дозволяє виокремити вектор спрямованості усього існування людини, оскільки в кінці життя лежить закінчення біологічного існування. Авторський термін homo mortirum фокусує всі прояви діяльності людини, оскільки «людина вмираюча» наділяє життя сенсом. Усвідомлення кінцевості земного буття тримає в полі рівноваги людину завдяки міфу, релігії, філософії.

Ключові слова: життя, смерть, безсмертя, homo mortirum, сенс життя, міф, релігія, філософія.

Honor Doctor in Philosophy Paterykina V.V. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

НОМО MORTIRUM: ANSWERING THE ETERNAL QUESTIONS OF HUMAN BEING

Human activity inevitably faces the sacral questions such as the meaning of life, life finiteness of an individual person, futurological problems of all mankind. Determining a person in a social sense as a homo mortirum allows emphasizing on a tendency vector of the whole human existence, for the end of the person's life means the end of his biological existence. The author's term homo mortirum focuses on all human activity displays, whereas «a dying person» gives his meaning to life. Perception of natural life finiteness holds a person in balance space through a myth, religion and philosophy.

Key words: life, death, immortality, Homo mortirum, the meaning of life, myth, religion, philosophy.

СОДЕРЖАНИЕ

ГОРНЫЕ НАУКИ

Литвинский Г.Г. ГЕОМЕХАНИКА ВЗРЫВА ПОДЗЕМНОГО ЗАРЯДА НА ВЫБРОС (посвящается памяти русского инженера М.М. Борескова).....	5
Литвинский Г.Г., Смекалин Е.С. ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ КРЕПИ	18
Литвинский Г.Г., Богданов А.С., Бережняк А.А. АНАЛИЗ ОПЫТА КРЕПЛЕНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В СЛННЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ	26
Коробкин С. Г. ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ЗАРЯДОВ ВЫБРОСА ПОРОДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ НИМИ	34
Шубин Ю.П. ГОРНАЯ АРХЕОЛОГИЯ – НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	38
Палейчук Н.Н., Пронский Д.В., Рыжикова О.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВЕНТИЛЯЦИИ ГЛУБОКИХ АНТРАЦИТОВЫХ ШАХТ ДОНБАССА	43
Ларченко В. Г., Куценко О. М., Маталкина Ю. А. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ НАБЛЮДАТЕЛЬНАЯ СТАНЦИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СДВИЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ ГОРНЫХ ПОРОД.....	49
Хоружая Н. В. МОНИТОРИНГ ТРАЕКТОРИИ ПОЛНОГО ВЕКТОРА СДВИЖЕНИЯ ТОЧЕК ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ.....	56

МЕТАЛЛУРГИЯ

Вишневський Д.О. ПРИЧИНИ І ДЖЕРЕЛА ВИНИКНЕННЯ ШУМУ І ВІБРАЦІЇ ТА АНАЛІЗ ЇХ РІВНІВ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ У КОВАЛЬСЬКО-ПРЕСОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ (КПВ).....	63
Денищенко П. Н., Королёв К. Г. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА КОРОТКООПРАВОВОГО ВОЛОЧЕНИЯ ТРУБ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕТОДА	68
Шубин Ю.П. К ВОПРОСУ О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ЭПОХИ ЭНЕОЛИТА-БРОНЗЫ ДНЕПРО-ДОНСКОГО РЕГИОНА.....	76
Власенко Д.А., Левченко Э.П. СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ИЗВЕСТНЯКА В АГЛОМЕРАЦИОННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	82

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Зотов В.А.**
ПЕРЕХОД ОТ ДИНАМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ К ЧИСЛЕННОМУ РЕШЕНИЮ89
- Верхола А.В., Малинкин В.В.**
ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКОСТИ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ К
КОММУТАЦИОННЫМ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯМ.....92

ЭКОНОМИКА

- Жданова И.В.**
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ МЕСТНЫХ ФИНАНСОВ ЛНР.....99
- Алфьорова І.Є.,**
ОЦІНКА СТАНУ ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА РЕГІОНУ 104
- Солохина Е.В.**
ПРОБЛЕМЫ КОММЕРЧЕСКИХ БАНКОВ В УСЛОВИЯХ ФИНАНСОВОГО
КРИЗИСА И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ..... 110
- Алфьорова І.Є., Черкаська Г.І.**
ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ РЕФОРМУВАННЯ ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО
ГОСПОДАРСТВА..... 115

ГУМАНИТАРНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ

- Патерыкина В.В.**
НОМО МОРТИРУМ: ОТВЕТ НА ИЗВЕЧНЫЕ ВОПРОСЫ
ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО БЫТИЯ 123