

WORLD SCIENCE

№ 1(17), Vol.1, January 2017

Copies may be made only from legally acquired originals.

A single copy of one article per issue may be downloaded for personal use (non-commercial research or private study). Downloading or printing multiple copies is not permitted. Electronic Storage or Usage Permission of the Publisher is required to store or use electronically any material contained in this work, including any chapter or part of a chapter. Permission of the Publisher is required for all other derivative works, including compilations and translations. Except as outlined above, no part of this work may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means without prior written permission of the Publisher.

Founder –
ROSTranse Trade F Z C
company,
Ajman, United Arab
Emirates

<http://ws-conference.com/>

Publisher Office's address:
United Arab Emirates, Ajman

Amberjem Tower (E1)
SM-Office-E1-1706A

E-mail: worldscience.uae@gmail.com

The authors are fully responsible for the facts mentioned in the articles. The opinions of the authors may not always coincide with the editorial boards point of view and impose no obligations on it.

Tel. +971 56 498 67 38

CHIEF EDITOR

Ramachandran Nithya Professor in Finance and Marketing, Oman

EDITORIAL BOARD:

Nobanee Haitham Associate Professor of Finance, United Arab Emirates

Ovsyanik Olga Professor, Doctor of Psychological Science, Russian Federation

Almazari Ahmad Professor in Financial Management, Saudi Arabia

Temirbekova Sulukhan Dr. Sc. of Biology, Professor, Russian Federation

Lina Anastassova Full Professor in Marketing, Bulgaria

Kuzmenkov Sergey Professor at the Department of Physics and Didactics of Physics, Candidate of Physico-mathematical Sciences, Doctor of Pedagogic Sciences

Mikiashvili Nino Professor in Econometrics and Macroeconomics, Georgia

Safarov Mahmatali Doctor Technical Science, Professor Academician Academia Science Republic of Tajikistan

Alkhalwaldeh Abdullah Professor in Financial Philosophy, Hashemite University, Jordan

Omarova Vera Professor, Ph.D., Kazakhstan

Mendebaev Toktamys Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazakhstan

Koziar Mykola Head of the Department, Doctor of Pedagogical Sciences, Ukraine

Yakovenko Nataliya Professor, Doctor of Geography, Shuya

Tatarintseva Nina Professor, Russia

Mazbayev Ordenbek Doctor of Geographical Sciences, Professor of Tourism, Kazakhstan

Sidorovich Marina Candidate of Biological Sciences, Doctor of Pedagogical Sciences, Full Professor

Polyakova Victoria Candidate of Pedagogical Sciences, Russia

Sentyabrev Nikolay Professor, Doctor of Sciences, Russia

Issakova Sabira Professor, Doctor of Philology,

Ustenova Gulbaram Director of Education Department of the Pharmacy, Doctor of Pharmaceutical Science, Kazakhstan

Kolesnikova Galina Professor, Russia

Utebaliyeva Gulnara Doctor of Philological Science, Kazakhstan

Harlamova Julia Professor, Russia

Uzilevsky Gennady Dr. of Science, Ph.D., Russian Federation

Kalinina Irina Professor of Chair of Medicobiological Bases of Physical Culture and Sport, Dr. Sci.Biol., Russia

Crohmal Natalia Professor, Ph.D. in Philosophy, National Pedagogical Dragomanov University, Ukraine

Imangazinov Sagit Director, Ph.D., Kazakhstan

Chorny Oleksii D.Sc. (Eng.), Professor, Kremenchuk

Dukhanina Irina Professor of Finance and Investment Chair, Doctor of Sciences, Russian Federation

Pilipenko Oleg Head of Machine Design Fundamentals Department, Doctor of Technical Sciences, Ukraine

Orehowskyi Wadym Head of the Department of Social and Human Sciences, Economics and Law, Doctor of Historical Sciences, Ukraine

Nyyazbekova Kulanda Candidate of pedagogical sciences, Kazakhstan

Peshcherov Georgy Professor, Russia

Cheshmedzhieva Margarita Public Law and Public Management Department, Bulgaria

Mustafin Muafik Professor, Doctor of Veterinary Science

CONTENTS

PHYSICS AND MATHEMATICS

<i>Гасанлы Н. И.</i> РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ КОММИВОЯЖЕРА МЕТОДОМ РОЯ ЧАСТИЦ.....	5
--	---

ENGINEERING SCIENCES

<i>Асадова Х. Б.</i> УВЕЛИЧЕНИЕ ДОБЫЧИ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ.....	7
<i>Холматова Н. Г.</i> ТЕХНОЛОГИЯ ГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ИЗВЛЕЧЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ.....	9
<i>Холматова Н. Г.</i> СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛООБМЕННИКОВ.....	12
<i>Khalismatov I. Kh., Agzamov Sh. K., Agzamov Zh. Sh., Faizov R. R., Zhonkuvatov N. O.</i> SPECIAL FEATURES OF THE WORK OF OIL COOLERS IN THE SYSTEMS OF THE OIL SUPPLY.....	14
<i>Hamitova B. M., Tassymbayeva S. B., Zhusipbekova M. B., Mamitova A. D.</i> TECHNOLOGY OF FERMENTED MILK DRINK PRODUCTION WITH USE OF DRIED SKIM MILK.....	19
<i>Bekpulatov J. M., Matkarimov S. T., Akhmedov X.</i> STUDYING OF MATERIAL STRUCTURE AND DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY CONVERSION OF GOLD-BEARING ORE OF TESTS OF ONE OF FIELDS REPUBLIC OF UZBEKISTAN.....	21
<i>Pankov D. V., Kyshenko V. D.,</i> COGNITIVE COMPUTER MODELING FOR BAKERY PRODUCTION'S TECHNOLOGICAL PROCESSES MODE OF BEHAVIOR.....	24
<i>Азарян А. А., Трачук А. А.</i> ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА В ПОРОШКОВЫХ ПРОБАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ.....	27
<i>Бердияров Б. Т, Худояров С. Р., Маткаримов С. Т., Ахмаджонов А., Алимов У.</i> ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОБЖИГА ЦИНКОВОГО КОНЦЕНТРАТА ПРИ ДОБАВКЕ В ШИХТУ CaCO ₃	34
<i>Сафронова И. А.</i> АЛГОРИТМ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧИ ОПТИМІЗАЦІЇ ФОРМИ ГНУЧКИХ ГОФРОВАНИХ МЕМБРАН.....	35
<i>Каримова Т. П., Самадов А. У., Саидова М. С., Юсупходжаев А. А., Хожиев Ш. Т.</i> РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРИ МЕДИ СО ШЛАКАМИ МЕТОДОМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА РАЗЛИВА КОНВЕРТЕРНЫХ ШЛАКОВ ПРИ СЛИВЕ.....	40
<i>Худояров С. Р., Юсупходжаев А. А., Маткаримов С. Т., Ахмаджонов А., Алимов У. Б.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ СУЛЬФИДНЫХ МЕДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ В ПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ.....	43

Юсупходжаев А. А., Мирзажонова С. Б., Хожиев Ш. Т.
ПОВЫШЕНИЕ КОМПЛЕКСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЯ
ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ СУЛЬФИДНЫХ МЕДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ.....45

Burkhankhodzhayev A. M., Karimov R. Ch.
RESEARCH OF NONLINEAR ELECTRIC CHAINS WITH TWO
AND MORE NONLINEAR ELEMENTS IN SYSTEMS POWER SUPPLY.....49

TRANSPORT

Семенченко О. В.
АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ ЩОДО ОЦІНКИ ВТРАТ ВІД ДТП.....53

*Молгаждаров Амангельды, Абдикарим Батырхан Саденулы,
Ибраев Бекарлан Муратулы*
УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ОДНОПУТНОГО
УЧАСТКА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ СТАНЦИИ.....55

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ КОММИВОЯЖЕРА МЕТОДОМ РОЯ ЧАСТИЦ

Гасанлы Н. И.

Азербайджан, Баку, Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, Кафедра «Компьютерная инженерия»

Аннотация. Проблема коммивояжера состоит из продавца и ряда городов. Продавец должен посетить каждый из городов, начинающихся с определенного и возвращающихся в тот же самый город. Проблема состоит в том, что коммивояжер хочет минимизировать полную продолжительность поездки и найти самый выгодной путь. В ходе данной работы были исследованы муравьиный и метод роя частиц.

Keywords: Travelling salesman problem(TSP), particle swarm optimization method(PSO), ant colony method(ACO)

Трудности связанные с использованием математических задач оптимизации при применении к решению крупно масштабных проблем инженерии, внесли свой вклад в развитие эволюционных вычислительных алгоритмов. Эволюционные алгоритмы, которые имитируют естественную биологическую эволюцию и социальное поведение стохастических методов поиска. [1,2,3]

Рассмотрим один из методов частичной задачи оптимизации основанные на биологических методах на примере задачи коммивояжера, (Travelling Salesman Problem (TSP)). Давайте посмотрим проблему так называемой классической оптимизации. $G=(N,E)$ N- количество городов, E- множество соединений всех городов .Каждая дорога имеет координаты $(i,j) \in E$. Расстояние между городами (1)

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (1)$$

В отличие от алгоритма роя частиц (PSO), который описывается как алгоритм для нахождения экстремумов непрерывных функций, муравьиный алгоритм (ACO) в классической формулировке решает комбинаторные задачи, например задачу коммивояжера.[4,5]

Агент по продажам который живет в городе A(5.5,0) путешествуя до пунктов B(1,8), C(3.4,5) и D(9,6.25) должен вернуться в пункт A (Табл.1.). Связь между городами имеет весовой коэффициент и он меняется в зависимости от выбранного вида транспорта, расстояние между городами, время для окончания тура и т.д. Здесь агент по продажам сохраняя стоимость и самый короткий путь определяет оптимальный путь. Таким образом, общее расстояние до пункта назначения зависит от начальной точки. В этом случае лучшее решение найдено, однако необходимо учитывать стоимость и самое короткое расстояние до поездки, следовательно это не оптимальное решение. Используя пакет MATLAB решаем задачу методом PSO получаем оптимальный путь 24.5314 (Рис.1.). Сравнивая методы ACO и PSO получаем что PSO более оптимальный метод.

Таблица 1. Расстояние между городами

		Начальная точка			
		A (5.5,0)	B (1,8)	C (3,4.5)	D (9,6.25)
Конечная точка	A (5.5,0)	0	9.18	5.15	7.16
	B (1, 8)	9.18	0	4.03	8.19
	C (3,4.5)	5.15	4.03	0	6.25
	D (9,6.25)	7.16	8.19	6.25	0

```

13
14 function model=CreateModel ()
15
16     x=[5.5 1 3 9 ];
17
18     y=[0 8 4.5 6.25 ];
19
20     plot(x,y,'o')
21     N=numel(x);
22
23     D=zeros(N,N);
24
Command Window
GlobalBest =

Position: [9.1433 -0.2925 6.0056 -7.1623]
Cost: 24.5314
fx >>

```

Рис.1. Решения задачи коммивояжера методом PSO в пакете MATLAB

Вывод.

В этой статье были представлены две эволюционные методики поиска, муравьиный (ACO) и метод роя частиц (PSO). Эти алгоритмы были разработаны, чтобы прибыть в почти оптимальные решения крупномасштабных проблем оптимизации, для которых могут потерпеть неудачу традиционные математические методы. Сравнивая методы ACO и PSO получаем что PSO более оптимальный метод.

ЛИТЕРАТУРА

1. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Swarm_intelligence
2. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Travelling_salesman_problem
3. Emad Elbeltagia, Tarek Hegazyb, Donald Griersonb. Comparison among five evolutionary-based optimization algorithms // Advanced Engineering Informatics 19 (2005).page 43–53
4. Pratibha Singh¹, Dr. K.L. Bansal. The Solutions of Travelling Salesman Problem using Ant Colony and Improved Particle Swarm Optimization Techniques // International Journal for Scientific Research & Development| Vol. 3, Issue 08, 2015 | ISSN (online): 2321-0613
5. V. Selvi., Dr.R.Umarani .Comparative Analysis of Ant Colony and Particle Swarm Optimization Techniques//International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 5–No.4, August 2010.

УВЕЛИЧЕНИЕ ДОБЫЧИ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ

к. т. н., доцент Асадова Х. Б.

Узбекистан, Ташкент, Ташкентский Государственный Технический Университет

Abstract. In article the basic task of finding complex best techno-economic solutions for oil at Nothorn. Also, are the methods for preventing complications in the analysis of the current state of development, identified the problems, solutions, tested various design options for the further development and technical-economic analysis of design solutions. Recommendations for increasing the rate of oil recovery by gas injection area.

Основными методами поддержания пластового давления являются, нагнетание воды или газа. Нагнетание воды в продуктивный пласт с маломощной нефтяной оторочкой влечет за собой угрозу быстрого обводнения скважины и не решает проблему потерь нефти за счет миграции ее в газовую часть залежи. Поддержание пластового давления нагнетанием газа зачастую применяется именно для предупреждения миграции нефти в газовую шапку. Увеличение добычи жидких углеводородов может быть обусловлено вытеснением нефти нагнетаемым газом, эффектом испарения, а иногда и устранением потерь углеводородов, которые возможны без реализации процесса поддержания пластового давления. Нагнетанием газа в продуктивные отложения часто можно значительно продлить срок разработки залежи с поддержанием проектной нормы добычи нефти, что сократит время разработки пласта и соответственно уменьшит эксплуатационные затраты.

Месторождение Северный разрабатывается с 2005 года. До 2006 года месторождение разрабатывалось на естественном режиме с опережающей разработкой нефтяной части нефтегазоконденсатной залежи. В 2006 году была составлена «Технологическая схема разработки месторождения Северный», согласно утвержденному варианту которой нефтегазоконденсатная залежь должна была разрабатываться при безводных дебитах с регулируемым отбором свободного газа.

Но фактически разработка месторождения является совместной с опережающей выработкой газоконденсатной части. В связи с чем, наблюдается резкое снижение пластового давления в районе действующих скважин. Дальнейшая разработка при сложившейся системе чревата увеличением потерь нефти, за счет миграции ее в газовую шапку, а также газового конденсата, выпадающего в пласте. Для предотвращения возникающих осложнений была выполнена данная работа, в которой приводятся анализ текущего состояния разработки, выявленный им проблемы, методы решения, проверенные различными расчетными вариантами дальнейшей разработки и технико-экономический анализ проектных решений. В процессе проектирования разработки месторождения были разработаны четыре основных варианта.

Наиболее предпочтительным вариантом дальнейшей разработки месторождения выглядит вариант II. С точки зрения рационального расхода пластовой энергии без поддержания пластового давления данный вариант ближе к идеалу. Однако он требует своевременного перехода на режим оптимального расхода свободного газа, а также предполагает установку многофазных расходомеров и наличие отлаженной системы контроля и регулирования разработки. Также основными мероприятиями по устранению негативных последствий прорывов газа в добывающие скважины являются обоснованный выбор положения интервала перфорации и установление оптимального технологического режима работы скважин. Для выявления рекомендуемого варианта, для дальнейшей разработки месторождения были проведены технико-экономические анализы. Для сравнительной оценки вариантов разработки месторождения использовался основной показатель эффективности капитальных вложений – денежный поток наличности.

Разработка месторождения по второму варианту обеспечит за весь расчетный период (16 лет) реализацию природного газа в объеме $408,01 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, конденсата – $28,78 \cdot 10^3 \text{ t}$, нефти – $289,73 \cdot 10^3 \text{ t}$. Внутренняя норма рентабельности проекта составит в размере 14,34 %. Срок окупаемости проекта составит 5 лет.

Рекомендуется применять систему поддержания пластового давления, путем нагнетания всего объема добываемого газа обратно в пласт или придерживаться оптимального удельного расхода газа на подъем жидкости. Отрицательным моментом при совместной разработке является сложность учета добываемой продукции, а также осуществление контроля над выработкой запасов по объединенным объектам.

Для обоснования конечного коэффициента нефтеизвлечения, объема добычи нефти и газового фактора при разработке нефтяной залежи с режимом газовой шапки использовался расчет истощения пласта при режиме газовой шапки методом конечных разностей (метод Пирсона), приведенный в [2]. Данный расчет использует уравнение материального баланса при газонапорном режиме с определением коэффициента полноты вытеснения для вертикального и горизонтального перемещения газо-нефтяного контакта.

Расчеты проводились для средней скважины месторождения Северный с использованием аналитических методов расчета, а также численного моделирования на математических гидродинамических моделях. Полученные результаты экстраполируются на все месторождение.

Прогноз добычи нефти рассчитывался по экспоненциальной зависимости:

$$q(t) = q_A \cdot e^{-\frac{q_A}{Q_0} \cdot t}, \quad (1)$$

где $q(t)$ – текущий дебит нефти на момент времени t , т/д; q_A – начальный (амплитудный) дебит нефти, т/д; e – основание натурального логарифма; Q_0 – дренируемые запасы нефти, т.

Из выражения (1) видно, что накопленная добыча нефти при эксплуатации скважин неограниченное время, стремится к величине дренируемых запасов нефти. Прогноз добычи свободного газа рассчитывался по статистическим зависимостям фактической работы добывающих скважин месторождения Северный с использованием выявленных закономерностей работы нефтегазодобывающих скважин на месторождении Южный Узчи [3]. Начальные дебиты нефти проектных скважин рассчитывались по математической зависимости с учетом дебитов соседних добывающих скважин.

В зависимости от темпов отбора была определена динамика пластового давления в нефтяной части месторождения. Результаты анализа и обработки материалов гидродинамических исследований скважин, эксплуатирующих нефтяную залежь малой толщины, показывают, что оптимальная совместная добыча нефти и газа достигается при депрессии 10 kgc/cm^2 , тогда как фактическая депрессия на пласт составляет 20 kgc/cm^2 .

Как было высказано, для реализации разработки был принят второй вариант, по которому предусматривалось осуществление разработки объекта на режиме истощения с регулируемым отбором газа из газовой шапки. Однако с 2006 г. нефтяная и газовая части разрабатываются совместно, при этом отбор газа не контролировался. Такая система разработки может повлечь значительные потери в добыче извлекаемых запасов нефти, а также резкое снижение запаса естественной энергии пласта, что в свою очередь приведет к снижению потенциального содержания газового конденсата. Для предотвращения потерь и резкого снижения пластового энергии необходимо осуществлять поддержание пластового давления (ППД) или ограничить отбор свободного газа до оптимального расхода на подъем жидкости.

В настоящее время на разрабатываемых месторождениях Республики процесс ППД осуществляется либо нагнетанием воды, либо газа. Лишь в единичном случае два этих процесса осуществлялись одновременно.

Программа поддержания пластового давления нагнетанием газа зачастую применяется именно для предупреждения миграции нефти в газовую шапку (так называемые потери за счет «усадки» газовой шапки) в продуктивных отложениях, где наблюдается продвижение естественной пластовой воды или воды, нагнетаемой в пониженные части структуры с дневной поверхности [2]. Увеличение добычи жидких углеводородов может быть обусловлено вытеснением нефти нагнетаемым газом, эффектом испарения, а иногда и устранением потерь углеводородов, которые возможны без реализации процесса поддержания пластового давления.

При нагнетании газа на всей площади месторождения, часто называемом площадным нагнетанием газа, обычно применяется система расстановки нагнетательных скважин, обеспечивающая равномерное распределение нагнетаемого газа по всей нефтяной части пласта. В промышленной практике порядок расстановки нагнетательных и эксплуатационных скважин

изменяется от обычных правильных систем (пятиточечная, семиточечная, девятиточечная и т.д.) до случайных систем с относительно неравномерным размещением скважин по площади.

Установлено, что метод площадного нагнетания газа применим для отложений, имеющих низкий структурный рельеф и в относительно однородных пластах с низкой проницаемостью. Ввиду плотного размещения нагнетательных скважин площадная закачка газа обеспечивает быстрый эффект в восстановлении давления и в интенсификации добычи нефти, в результате чего сокращаются сроки разработки пласта. Так как структурный рельеф месторождения низок, а коллектора продуктивных горизонтов обладают малой проницаемостью, то для месторождения Северный наиболее целесообразно площадное нагнетание газа. По возможности, в целях нагнетания, необходимо использовать уже имеющийся фонд скважин. Нагнетание газа лучше производить через колонну насосно-компрессорной трубы (НКТ) малого диаметра (60 mm – 89 mm) с пакером близ кровли эксплуатационного объекта. Это уменьшает вероятность утечек рабочего агента и дает лучшую сохранность обсадных труб, особенно в старых скважинах консервационного и ликвидационного фондов.

В заключении отметим, что для увеличения добычи жидких углеводородов необходимо:

1. Оптимизация систем разработки;
2. Постоянный оперативный контроль за эксплуатацией, своевременные достоверные информации получаемые в процессе эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуковский Б.Л., Соколов В. И., Бурлуцкая И.П. Геологический отчет о результатах глубокого бурения на пл. Северный за период 1980-1988 гг. (по состоянию на 01.10.1987 г.). ОМП (ПЗ) ПГО «Узбекгеофизика», г. Ташкент, 1988 г.
2. Справочник по эксплуатации нефтяных месторождений, том 2, Недра, 1965 г.
3. Уточненный проект разработки нефтегазоконденсатного месторождения Южный Узчи. Этап 2. Отчет о НИР/ОАО «O'ZLITINEFTGAZ»; Руководитель Шахназаров Г.А. - Ташкент, 2008 г.

ТЕХНОЛОГИЯ ГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ИЗВЛЕЧЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ

ст. преп. Холматова Н. Г.

Узбекистан, Ташкент, Ташкентский Государственный Технический Университет

Abstract. The article discusses the basic requirements for the development of oil and gas condensate fields, methods, specific approach to the development of gas condensate fields and a comparative analysis of the conditions for the maximum condensate recovery from the reservoir. Presents problems and solutions about the appropriateness of the technology of gas stimulation fields in order to achieve the maximum rate of extraction of hydrocarbons.

Вопросам повышения компонентоотдачи пласта посвящены многочисленные исследования отечественных и зарубежных авторов, в которых предлагались различные методы воздействия и технологии разработки нефтегазоконденсатных месторождений. Кроме того, предлагаемые методы воздействия на нефтегазоконденсатные месторождения и технологии их разработки требовали больших капитальных затрат и, в тоже время, учитывая специфические особенности этих месторождений, не гарантировали достижение требуемых значений компонентоотдачи пласта.

В условиях повышенного спроса на светлые нефтепродукты также высокой обеспеченности ресурсами газа, сложился особый подход к разработке газоконденсатных месторождений.

В 2008 г. доля продукции газоконденсатных месторождений в общереспубликанской добыче газа Узбекистана составила 99,4%. Растворенные в природном газе жидкие углеводороды, являющиеся ценнейшим сырьем нефтехимической промышленности, считаются не менее важным целевым продуктом, чем сам газ. Именно это диктует необходимость специфического подхода к разработке газоконденсатных месторождений.

В этом плане интересно проанализировать формирование указанного подхода в газопромысловой практике России, США и Канады, на территории которых находится подавляющее большинство газоконденсатных месторождений мира. Первоначально темпы прироста разведанных запасов газа в этих странах значительно опережали темпы роста потребления газа, причем, такое положение явилось следствием разведочных работ на нефть, в ходе которых были открыты крупные месторождения природного газа. 1940-1950гг., цены на жидкие углеводороды в 6-10 раз превышали цены на природный газ [2-4]. Вследствие этого, основным требованием к разработке газоконденсатных месторождений явилось максимальное извлечение конденсата из пласта. В результате обеспеченность добычи газа его разведанными ресурсами быстро упала – с 32 лет в 1946 г. до 16 лет в 1967г., а соотношение цен на жидкие и газообразные углеводороды снизилось до 3 – 5. Поэтому применение способа обратной закачки сухого газа в указанный период, как правило, ограничивалось объектами с содержанием конденсата в газе не менее 250-300г/м³ (Нокс – Бромайд, Колхуан, Хидли, Голден Спайк и др. в США).

К совершенствованию систем разработки газовых и нефтегазоконденсатных месторождений в частности, закачки газа высокого давления в пласт посвящено большое количество исследований. Исследованиями по прокачке через нефтенасыщенные пласты инертных (азот) и неуглеводородных газов посвящены работы, Абдулина Ф.С., Лысенко В.Д., Мирзаджанзаде А.Х., Дурмишьян А.Г., Ковалев А.Г., Аллахвердиева Т.А. Исследованиями ретроградной конденсации в пласте тяжелых фракций высококипящих углеводородов нефтегазоконденсатных месторождений Узбекистана занимались С.Н. Назаров, У.С. Назаров, Э.К. Ирматов, А.Х.Агзамов., Шевцов В.М., Шевцов А.В., Д.В.Лючай, и многие другие ученые и специалисты занимающихся проектированием и разработкой газовых и нефтегазоконденсатных месторождений.

В настоящее время в результате непрерывного роста потребности Узбекистана в жидких углеводородах и газе, а также связанными с ней сокращением их ресурсов, увеличением затрат на поисково-разведочные работы и повышением цен на эти продукты, подходы к разработке газоконденсатных месторождений в нашей республике обусловлены направленностью на максимальное извлечение жидких углеводородов из пласта. [1-3] Коэффициентом объемной компонентоотдачи называется отношение объема извлеченного из пласта компонента Q_d к его геологическим запасам Q_3 . Различают конечный (в конце периода эксплуатации) и текущий (в некоторый момент эксплуатации) коэффициенты компонентоотдачи. Часто эти коэффициенты выражаются в процентах.

$$K_i = \frac{Q_{oi}}{Q_{3i}} 100 = \left(1 - \frac{Q_{oi}}{Q_{3i}} \right) 100, \quad (1)$$

где Q_o – оставшиеся запасы.

Коэффициенты газо- и конденсатоотдачи выражаются следующим образом:

$$K_e = \left(\frac{\sum_{i=1}^4 Q_{oi}}{\sum_{i=1}^4 Q_{3i}} \right) 100; \quad (2)$$

$$K_k = \frac{Q_{дс5+}}{Q_{зс5+}} 100. \quad (3)$$

Практика разработки месторождений показывает, что коэффициент газоотдачи во многих случаях достигает 85—95%, в то время как коэффициент конденсатоотдачи изменяется от 30 до 75 %.

Основными физическими факторами, влияющими на коэффициент газоотдачи являются:

- 1) режим эксплуатации месторождения;
- 2) средневзвешенное по объему порового пространства пласта конечное давление в залежи.

В этих условиях сегодня стимулируются поиски эффективных средств повышения углеводородоотдачи пластов, к числу которых относится обратная закачка в залежь добытого и осушенного от жидких углеводородов газа при разработке как газоконденсатных, так и нефтегазоконденсатных месторождений например как месторождения Кокдумалак.

В связи с этим применение способа обратной закачки сухого газа было оправдано лишь на объектах с весьма значительным (более 300 г/м³) содержанием конденсата в газе, например, на нефтегазоконденсатном месторождении Альфа.

Что касается газоконденсатных месторождений, к которым приурочены основные ресурсы газа Узбекистана (Бетта, Гамма, Озера), то все они характеризуются относительно невысоким (менее 100 г/м³) содержанием конденсата в пластовом газе, что обуславливает более высокий коэффициент извлечения конденсата при разработке залежи на истощение [7].

По этой причине вопрос о применении способа обратной закачки сухого газа на отечественных объектах приобрел актуальность лишь сравнительно недавно в связи с необходимостью освоения газоконденсатного месторождения Таш и нефтегазоконденсатных месторождений Южный Узчи, Озера и др. [7].

С целью достижения максимального коэффициента извлечения нефти и конденсата на месторождении целесообразно применение технологии газового воздействия на пласт (сайклинг-процесс). Нагнетание сухого газа в пласт снижает обратную (ретроградную) конденсацию жидких углеводородов в пласте. При этом из пласта отбирается максимальное количество конденсата, газ консервируется до завершения газового воздействия на пласт.

В условиях повышенного спроса на светлые нефтепродукты и с целью достижения максимального коэффициента извлечения, сопоставлено и анализировано различные технологии и системы разработки газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений показывает следующее:

1. Применения технологии газового воздействия на пласт целесообразно;
2. Нагнетания газа высокого давления для увеличения компонентоотдачи залежи необходимо;
3. Внедрения обратной закачки в пласт газа, осушенного от жидких углеводородов в нефтегазопромысловой практике Узбекистана благоприятно;
4. Для нефтегазоконденсатных залежей обратная закачка осушенного газа в пласт необходима не столько для увеличения конденсатоотдачи, сколько для увеличения конечной нефтеотдачи оторочки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдулин Ф.С. «Повышение производительности скважин», М., «Недра», 2001г.
2. Баталин О.Ю., Брусиловский А.И., Захаров М.Ю. Фазовые равновесия в системах природных углеводородов. – М.: Недра, 1992. – 272 с.
3. Бузинов С.Н., Пешкин М.А. Некоторые экспериментальные данные о вытеснении нефти газом из пористой среды // Изв. АН СССР, МЖГ. – М., 1974. – №4. – С. 22 – 26.
4. Гриценко, А.И. З.С. Алиев, О.М. Ермилов. Руководство по исследованию скважин. Москва, Недра, 1995.
5. Гиматудинов Ш.К. Эксплуатация и технология разработки нефтяных и газовых месторождений – М. «Недра», 2000 г.
6. Справочник по эксплуатации нефтяных месторождений, том 2, Недра, 1965 г.
7. Уточненный проект разработки нефтегазоконденсатного месторождения Южный Узчи. Этап 2. Отчет о НИР/ОАО «O'ZLITINEFTGAZ»; Руководитель Шахназаров Г.А. - Ташкент, 2008 г.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

стар. преп. Холматова Н. Г.

Узбекистан, Ташкент, Ташкентский Государственный Технический Университет

Abstract. *The article describes and shows the heat exchanger to determine the efficiency of heat exchange equipment in which one stream is heated by the use of other heat produced in the process and be cooled. In this study, we calculated the shell and tube heat exchanger.*

As well as the basic methods of increasing the efficiency of heat exchange equipment in the gas fields.

За последние годы химическая технология как наука получила значительное развитие. Ее важный раздел – основные процессы и аппараты имеет в настоящее время достаточно прочный теоретический фундамент. Однако являясь наукой прикладного характера, химическая технология и сейчас широко использует объединенный метод исследования – теоретический и экспериментальный.

Переработка нефти и газа предъявляет особые требования к термической и гидравлической конструкции теплообменников, стоимости жизненного цикла, установочной площади и массе. Такое оборудование должно не только выдерживать коррозионную среду, двухфазные смеси, экстремальные давления и температуры, а также быть крайне компактным.

В аппаратах, где идет нагрев или охлаждение, происходит теплообмен между двумя потоками, при этом один из них нагревается, другой охлаждается. Поэтому их называют теплообменными аппаратами вне зависимости от того, что является целевым назначением аппарата – нагрев или охлаждение, какие потоки обмениваются теплом, происходит ли при этом только нагрев и охлаждение или же теплообмен сопровождается испарением или конденсацией. Применительно к нефтеперерабатывающей промышленности, теплообменные аппараты классифицируются по таким основным признакам, как способ передачи тепла и назначение.

1. В зависимости от способа передачи тепла аппараты делятся на следующие группы:

- поверхностные теплообменные аппараты, в которых передача тепла между теплообменивающимися средами осуществляется через поверхность, разделяющую эти среды;
- аппараты смешения, в которых передача тепла между теплообменивающимися средами происходит путем их соприкосновения.

2. В зависимости от назначения аппараты делятся на следующие группы:

- теплообменники, в которых один поток нагревается за счет использования тепла другого, получаемого в процессе и подлежащего охлаждению. В таких теплообменниках нагрев одного и охлаждение другого потока позволяет сократить расход подводимого извне тепла (сократить расход топлива, греющего водяного пара и т. д.) и охлаждающего агента. При конструировании теплообменных аппаратов следует стремиться обеспечить минимальную разность температур на теплом конце теплообменника. Эта разность температур представляет собой неиспользованный холод и определяет величину энергетических затрат в установке. [4]

Другим источником энергетических затрат являются потери давления в теплообменных аппаратах, которые неизбежны при движении потоков. Любой теплообменник должен обеспечивать минимальную разность температур на теплом его конце и минимальную величину потерь давления. Потери давления с уменьшением скорости потоков уменьшаются, в результате чего ухудшается теплопередача и пропускная способность снижается. Чтобы сохранить низкие потери давления, надо увеличить габариты теплообменника. Следовательно, уменьшить разность температур на теплом конце теплообменника следует до определенного предела, который должен соответствовать экономически обоснованной величине энергетических затрат.

Практика эксплуатации установок НТС на ГПЗ показывает, что величина разности температур на теплом конце теплообменника колеблется и в среднем составляет 10°C.

При проектировании таких установок необходимо особое внимание обращать не только на конструктивные формы, но и на возможность увеличения коэффициента теплопередачи и увеличения теплопередающей поверхности в единице объема аппарата:

$$Q = f(F, k, \Delta t) \quad (1)$$

Увеличение площади теплообмена, а следовательно, эффективности теплообменника достигается:

- 1) уменьшением диаметров теплообменных трубок;
- 2) оребрением трубок.

Наиболее эффективным методом интенсификации теплообмена в межтрубном пространстве является второй способ. Наиболее рациональным оребрением является накатка спиральных ребер, позволяющая получить ребра, представляющие собой одно целое со стенками трубки. Оребрение увеличивает не только теплообменную поверхность, но и коэффициент теплоотдачи от оребренной поверхности к теплоносителю вследствие турбулентности потока ребрами. Оребрение наиболее эффективно, если обеспечивается отношение $K_1F_1 = K_2F_2$. [2-3]

Эффективность ребра, которую можно характеризовать коэффициентом теплопередачи, зависит от его формы и материала; если требуется невысокий коэффициент теплопередачи, необходимую эффективность могут обеспечить стальные ребра, при необходимости достижения больших коэффициентов целесообразно применение медных или алюминиевых ребер. Эффективность ребра резко снижается, если оно не изготовлено как одно целое с трубой, не приварено или не припаяно к ней.

За рубежом патентованы теплообменники, в которых теплопередачу интенсифицируют путем заполнения каналов мелкозернистым материалом. Кольцевой и центральный каналы теплообменника заполняют мелкозернистым материалом, обладающим высокой теплоемкостью и теплопроводностью. Тогда вместо конвективного теплообмена получается кондуктивный теплообмен. Эти устройства представляют собой различного рода турбулизирующие вставки (спирали, диафрагмы, диски) и насадки (кольца, шарики), помещаемые внутри трубы. Естественно, что при этом возрастает гидравлическое сопротивление канала трубного пространства. Для определения эффективности работы теплообменного оборудования (теплообменник кожухотрубчатый) приведем расчет:

Скорость кислоты в трубах для обеспечения турбулентного течения должна быть больше минимальной скорости движения кислоты. [1]

Минимальная скорость движения кислоты:

$$V_2 = (10000 \cdot \mu_2) / (d_2 \cdot \rho_2) = (10000 \cdot 1,3 \cdot 10^{-3}) / (0,05 \cdot 1040) = 0,25 \text{ м/с.}$$

Число параллельно работающих труб:

$$N = V_2 / (0,785 \cdot d_2^2 \cdot w_2) = 0,008 / (0,785 \cdot 0,05^2 \cdot 0,25) = 16,3$$

Принимаем количество параллельно работающих труб $57 \times 3,5 \text{ n} = 16$.

Скорость движения кислоты:

$$V_2 = V_2 / (0,785 \cdot d_2^2 \cdot n) = 0,008 / (0,785 \cdot 0,05^2 \cdot 16) = 0,255 \text{ м/с}$$

Критерий Рейнольдса для кислоты:

$$Re_2 = w_2 \cdot d_2 \cdot \rho_2 / \mu_2 = 0,225 \cdot 0,05 \cdot 1040 / (1,3 \cdot 10^{-3}) = 10200$$

Критерий Прандтля для кислоты:

$$Pr_2 = C_2 \cdot \mu_2 / \lambda_2 = 2095 \cdot 1,3 \cdot 10^{-3} / 0,18 = 15,13$$

Критерий Нуссельта для кислоты рассчитываем согласно:

$$Nu_2 = 0,021 \cdot \varepsilon_1 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \cdot (Pr / Pr_{cr})^{0,25}$$

(отношение $(Pr / Pr_{cr})^{0,25}$ и коэффициент ε_1 принимаем равными 1)

$$Nu_2 = 0,021 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} = 0,021 \cdot 10200^{0,8} \cdot 15,13^{0,43} = 108,75$$

Коэффициент теплоотдачи для кислоты:

$$\alpha_2 = Nu_2 \cdot \lambda_2 / d_2 = 108,75 \cdot 0,18 / 0,05 = 391,5 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

Коэффициент теплоотдачи для водяного пара: $\alpha_1 = 1,28 \cdot \varepsilon \cdot A_t / (d \cdot \Delta t)^{0,25} = 1,28 \cdot 0,65 \cdot 7483 / (0,05 \cdot 5) = 8896 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$, где $A_t = 7483$ - значение функции для водяного пара при температуре конденсации пара;

$\Delta t = 5$ - принятое значение средней разности температур.

Термическое сопротивление стенки и загрязнений:

$$1 / \Sigma r_{cr} = 1 / r_{загр.1} + 1 / r_{загр.2} + d_{cr} / \lambda_{cr} = 1 / 5800 + 1 / 5800 + 0,002 / 46,5 = 2578,9 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Коэффициент теплопередачи:

$$1 / (1 / \alpha_1 + \Sigma r_{cr} + 1 / \alpha_2) = 1 / (1 / 8896 + 1 / 2578,9 + 1 / 391,5) = 327,3 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К.}$$

Поверхностная плотность теплового потока:

$$= K \cdot \Delta t_{cp} = 327,3 \cdot 115,5 = 37803,15 \text{ Вт/м}^2.$$

Расчетная площадь поверхности теплопередачи:

$$F_p = Q/q = 1047081/37803, 15 = 27, 7 \text{ м}^2$$

С учетом запаса 10%:

$$F_p = 30, 47 \text{ м}^2$$

Площадь поверхности теплообмена одного элемента длиной $L=4\text{м}$:

$$F_1 = \Pi \cdot d_{cp} \cdot L = 3, 14 \cdot 0, 0535 \cdot 4 = 0,672 \text{ м}^2$$

Число элементов в каждой из двух секций:

$$n = F_p / n \cdot F = 30, 47 / 2 \cdot 0, 672 = 20,6 = 21$$

Общее число элементов:

$$N = 2 \cdot 21 = 42 \text{ шт.}$$

Результаты расчетов показывают, что кожухотрубчатый теплообменник обладает рядом преимуществ перед теплообменником типа "труба в трубе": имеет выше коэффициент теплопередачи, меньшую площадь поверхности, меньшую массу, меньшую металлоемкость и ниже по стоимости.

На основании всех этих показателей можно сделать вывод о том, что рациональнее выбрать кожухотрубчатый теплообменник для обеспечения должного теплообмена и достижения более высоких тепловых нагрузок на единицу массы аппарата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Л.: Химия, 1983. 578 с.
2. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / Под ред. Ю.И. Дытнерского. М.: Химия, 1991. 496с.
3. Тимонин А. С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования; Справочник. Т.2.-Калуга: Издательство Бочкаревой Н., 2002. 1028 с.
4. Ишмурзин А.А., Храмов Р.А., Процессы и оборудования систем сбора и подготовки нефти, газа и воды. Уфа – 2003. 125 с.

SPECIAL FEATURES OF THE WORK OF OIL COOLERS IN THE SYSTEMS OF THE OIL SUPPLY

*c. g-m. s. Khalismatov I. Kh.,
c. t. s. Agzamov Sh. K.,
Agzamov Zh. Sh.,
Faizov R. R.,
Zhonkuvatov N. O.*

Uzbekistan, Tashkent, Tashkent state technical university named after Abu Raykhan Beruniy

Abstract. *With the operation of the systems of circulating water supply the definite difficulties, connected with the need for additional supply with the fresh water, caused by evaporation into the atmosphere of the circulating water, appear. Therefore water is saturated by oxygen, which leads to the increased corrosion of heat exchange equipment. With the prolonged operation in the cooling water different rigid sediments are accumulated. However, the most common deposits include salt, generatrix as a result of disruption of carbonic acid equilibrium in the systems. The deposits, which are for-med on the transfer surfaces, lead to sharp worsening in the heat transfer.*

In the plain-tube oil coolers with the partitions of the type "disk - the ring " or with segmental the washing of the banks of tubes by the flow of oil varies from transverse to longitudinal. In the majority of the last works, dedicated to a study to heat emission with the transverse flow around the banks of tubes of different liquids insufficiently was considered the influence of technological clearances in the oil cavities of the refrigerators of oil.

Keywords: *cooler, supply, disk - the ring, plain-tube, turbo installations*

By basic working medium in the control systems, lubricant and cooling of the bearings of the majority of stationary steam turbines and given by them electric generators, pumps blowers,

compressors and so on. special turbine oil appears. The oil system of the turbine (subsequently it is accepted term "system of oil supply") supplies with oil the above-indicated technological outlines of turbo installations. In Fig. 1. is given the schematic diagram of the system of the oil supply of the turbogenerator with a power 300 of MW with the turbine K -300-240-1 LMZ. System is intended for the guarantee with oil of the stamp 22 of the lubrication systems of the bearings of turbine, generator, agent 5, of feed pump 10 and its turbine drive 11, of electronourishing pumps and packings of the shaft of generator.

The diagram of cooling is one-circuit. In the diagram Fig. 1. the pressure lines of oil are shown by thin lines, drain- thick.

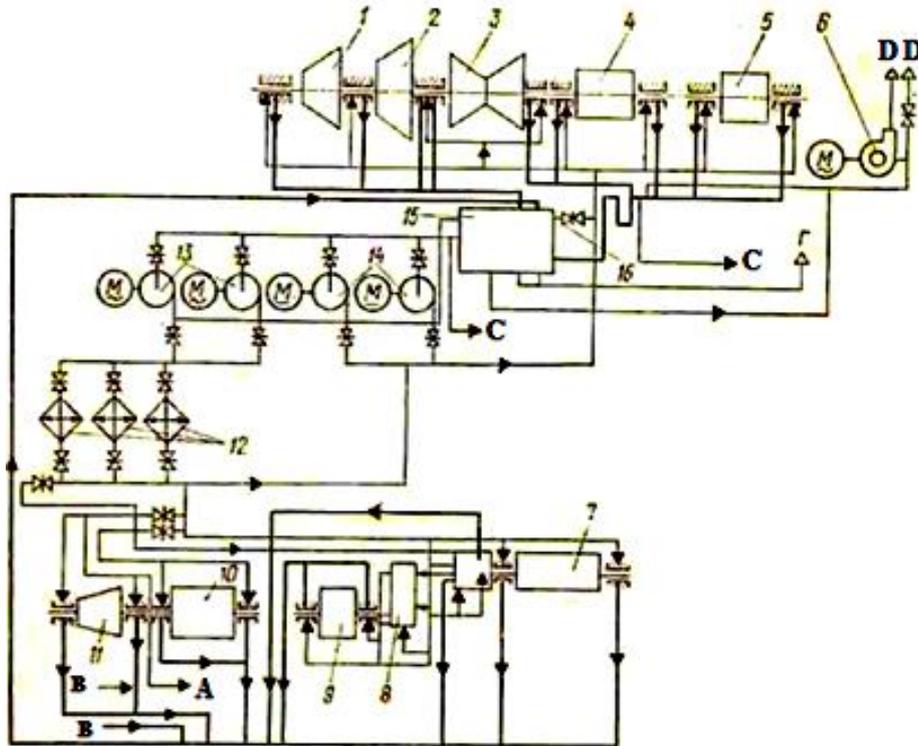


Fig.1. Schematic diagram of the system of the oil supply of turbine K -300-240-1 LMZ [1].

1,2,3 - the cylinders of high, average and low pressure; 4 - generator; 5 - agent; 6 - fan; the 7- electric drive of feed pump; 8 - reducer; 9 - nourishing electric pump; 10 - nourishing turbine pump; 11 - turbine drive; 12 - oil coolers; 13 - oil electric pumps with the alternating-current motors; 14 - the same, with the direct-current motors; 15 - oil tank; 16 - drain valve; A, B - supply and the outlet of oil to the unit of the oil supply of nourishing turbine pump; C - the oil supply to the aggregate of oil purification; D - exhaust into the atmosphere.

An improvement in the technical and economic indices of different cryogenic installations is in many respects determined by the possibilities of improving the turboexpander aggregates. Effective turboexpanders with the reliable shakeproof stabilization system in practice widely adapt of rotor due to the application of the hydrostatic bearings [I] . Hydrostatic bearings are cooled by transformer or turbine oil entering (they are cooled) with the pressure to 3,0 MPa. Heated oil is cooled in the oil coolers.

The application of a significant quantity of oil for the hydrostatic bearings brought to an increase in the mass, overall sizes and metal content of oil coolers.

At present as the oil coolers in the the turboexpander aggregates adapt pipe-casing apparatuses from the smooth pipes for smalls of productivity (to 10 kW) and heat ex-changers from the pipes with the intensifiers for the productivity to 200 kW.

In connection with the growth of the needs for turboexpander and other technological installations, very sharply arises a question about the improvement of the constructions of oil coolers. By effective means of reduction in the weight-dimension characteristics of the heat exchangers in different branches of industry the intensification of heat exchange appears.

The need for the intensification appears frequently when an increase in the speed of flow within the limits of the permissible in practice hydraulic losses of pressure, does not ensure obtaining

the necessary overall dimensions of heat exchangers or assigned temperature of walls. Therefore the methods of the intensification of the heat emissions, which will ensure the decrease of overall dimensions with the constant summary losses of pressure on the circulation of the heat-transfer agents through the heat exchanger, are necessary.

SPECIAL FEATURES OF WORK AND CONSTRUCTION OF OIL COOLERS.

A sharp difference in the physical properties of oil and water is the chief characteristic of oil coolers, moreover first of all viscosity.

As a result of the high viscosity of oil for the majority of apparatuses the stream-line conditions of flow with comparatively low values of heat-transfer coefficient is established in the oil cavity (channels). Simultaneously in the water channels the high values of heat-transfer coefficients, on the contrary, can be obtained.

With the creation of highly effective oil coolers appears the task of the intensification of heat exchange in the oil cavity. Its sensitivity to the pollution is one of the basic factors of those determining a selection of the type of oil cooler. As a rule, oil coolers are used for the cooling flowing and recirculating water.

In enterprises, connected with the system of recirculating water the special water treatment, which includes filtration from the mechanical impurities, acidification or decarbonization from the salt deposits, the chlorinations, from the biological overgrowths, is provided for.

All these difficulties determine the need for the search for the new diagrams of cooling. Work on the creation of apparatuses with the air cooling in recent years is conducted. Replacement of water cooling gives the possibility not only to reduce the consumption of water of circulating and straight water supply, but to also decrease operational expenditures.

PLAIN-TUBE SHELL-AND-TUBE OIL COOLER

Plain-tube shell-and-tube oil cooler (fig.2a) has the following overall sizes: the diameter of the housing $D = 140\text{mm}$, length $L = 700\text{ mm}$: apparatus contains 86 the copper smooth pipes $\varnothing=8\times 1\text{mm}$, each with the length 590 of mm. Run of pipes the chess, transverse and profile steps of beam are equal to each other $S_1 = S_2 = 10,5\text{ mm}$. Tubes on the ends are rolled and soldered to the tube plates. Heat exchanger on the tube space of two-way the number of pipes in one course $N= 43\text{ pcs}$.

In the intertube space for creating the transverse flow around pipes of liquid are established segmental partitions, distance between them 30 mm, the total quantity -15 pcs Geometric characteristics are represented in the table 1.

Calculation of the thermal and hydraulic characteristics of pipe-casing oil coolers with the smooth pipes.

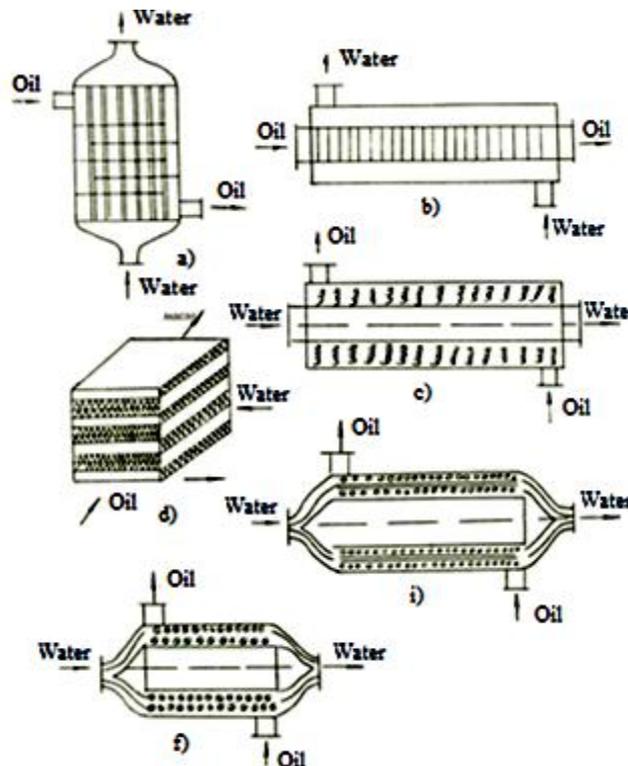


Fig. 2. Schematic diagrams of experimental refrigerators

Accordingly [3] entered into the heat exchanger, oil is divided into three flows: G_{M1} - the main flow through the tube bank of apparatus; G_{M2} - the flow through radial clearance; G_{M3} - the flow through the clearances between the surfaces of pipes and the openings in the intermediate partitions of bundle.

$$G_{M1} = f_1 \sqrt{\frac{\Delta P}{(n_i + 1)\xi_1 \rho_M}}; \quad (1)$$

$$G_{M2} = f_2 \sqrt{\frac{2\Delta P}{\xi_2 \rho_2}}; \quad (2)$$

$$G_{M3} = f_3 \sqrt{\frac{\Delta P}{\xi_3 \rho_M}}. \quad (3)$$

Table 1. Geometric characteristics of plain-tube pipe-casing refrigerator

Inside diameter, mm	Length of pipes, mm	Diameter of tube, mm	Step of beam, mm	Number of pipes in one course	Distance between partitions, mm	Chord length of the partition, mm	Sectional area inside the pipes, m ²	Sectional area of intertube space, m ²
D_B	L	d	t	N	h	a	S_{TP}	S_{MKT}
125	590	8x1	10,5	43	30	100	0,00122	0,00063

where: f_1 and f_2 – average sectional areas for the passage of oil in the beam and in radial clearance; δ_1 and δ_2 - accordingly; f_3 - the average summary sectional area of clearances; n_i - the number of runs of pipes, intersected by the flow of oil in one course; ξ_1, ξ_2, ξ_3 - the coefficients of the hydraulic resistance of one run of pipes, clearances δ_1 and δ_2 .

Thus for the beams of pipes with the partitions, the type « disk is – ring»:

$$W_{M1} = \frac{W_M}{1 + \frac{f_2}{f_1 \sqrt{(n_i + 1)}} \cdot \frac{\xi_1}{\sqrt{\xi_2}} + \frac{\xi_3}{\xi_1 \sqrt{(n_i + 1)}} \cdot \sqrt{\frac{\xi_1}{\xi_3}}}; \quad (4)$$

For the beams with the segmental partitions:

$$W_{M1} = \frac{W_M}{1 + \frac{f_2}{f_1 \sqrt{(n_i + 1)}} \cdot \frac{\xi_1}{\sqrt{2 \frac{\xi_1}{\xi_2}}} + \frac{\xi_3}{\xi_1 \sqrt{(n_i + 1)}} \cdot \sqrt{\frac{\xi_1}{\xi_3}}}; \quad (5)$$

Values ξ_1, ξ_2, ξ_3 - they are determined on the basis of the values of sectional areas f_1, f_2 and f_3 , i.e.

$$\sqrt{\frac{\xi_1}{\xi_2}} = 0.565 \quad \text{и} \quad \sqrt{\frac{\xi_1}{\xi_3}} = 0.2$$

For calculating the heat emission:

$$Nu = 0.354 Re_M^{0.6} Pr^{0.33} \left(\frac{S_2}{d_H}\right)^{-\frac{1}{6}} \left(\frac{\mu_{ж}}{\mu_{ст}}\right) G_Z \quad (6)$$

On the hydraulic resistance of oil circuit for:

$$0,7 \frac{d(\square_H)}{d_э} < 5,5 \quad \text{With } 27 Re_M < 200$$

$$\frac{Eu_M}{Z} =$$

With 200 $Re_M \leq 1170$

$$\frac{Eu_M}{Z} = 3,1 [Re]_M^{(-0.33)} (\mu_{ж}/\mu_{ст})^{(-0.14)} (d_{\downarrow H}/d_{\downarrow э})^{0.5}$$

With $Re_M \geq 1170$

$$\frac{Eu_M}{Z} = 1,7 * [Re]_M^{(-0.25)} (\mu_{ж}/\mu_{ст})^{(-0.14)} (d_{\downarrow H}/d_{\downarrow э})^{0.5}$$

where $d_{\square H}$ – the outer diameter of pipes in the beam; $d_э$ – the equivalent diameter of pipes for the average calculated cross-section of bundle; S_2 – the longitudinal pitch of pipes in the beam; Z – the number of runs of pipes; $Z = \frac{(n_i + 1)}{(Z_i + 1)}$; Z_i – the number of motions of oil in the tube bank of this oil cooler. Value of the coefficient C_Z it is determined by the standards for the chess beams depending on the number of runs of pipes in one course of oil and step S_2 .

REFERENCES

1. Тепловые и гидравлические испытания маслоохладителя М -240 / В.А. Пермяков, М.П. Белоусов, Н.И. Даниленкова и др. – Тр. ЦКТИ, 1969, вып. 94, с.148 – 156.
2. Оборудование систем маслоснабжения паровых и газовых турбин: картотека 19 – 173. – М.: НИИинформтяжмаш, 1973. – 45 с.
3. В.А. Пермяков, Е.С. Левин, Г.В. Дивова Теплообменники вязких жидкостей, применяемые на электростанциях. Ленинград, Энергоатомиздат, Ленинградское отделение, 1983г. - 176 с.

TECHNOLOGY OF FERMENTED MILK DRINK PRODUCTION WITH USE OF DRIED SKIM MILK

*Hamitova B. M.,
Tassybayeva S. B.,
Zhusipbekova M. B.,
Mamitova A. D.*

Kazakhstan, Shymkent, M.Auezov South Kazakhstan state university

Fermented milk drinks, or milk fermented by various kinds of lactic bacteria, are widely used by millions of people of various countries of the world.

Fermented milk drinks possess pleasant, slightly freshening and sharp taste, stimulate appetite and by that improve the general condition of organism. The fermented milk drinks produced at the ethanolic fermentation, enriched by insignificant quantity of alcohol and carbonic acid, improve the work of respiratory and vasomotor centers, slightly activate the central nervous system. As a result of these processes the oxygen supply of lungs raises, oxidation-reduction processes in organism actives.

The world tendency of decrease of milk drinking has caused the working out of new generation of the dairy products having the raised demand of customers. It first of all concerns to the dietary fermented milk products which value in nutrition is generally recognized.

Caloric value of the majority of fermented milk products is higher than milk, at the expense of concentration of proteins and fats at manufacturing, and adding of various additives - protein, fatty, and carbohydrate.

Recently the volume of manufacturing of dairy and milk-containing products with use of dried skim milk (DSM) increases that is caused by seasonal production of milk-raw materials in agriculture, reduction of volumes of its manufacture and decrease of quality of natural milk in a number of regions of RK. Enrichment by probiotic culture of dairy and milk-containing products produced on the basis of dried skim milk will allow expanding the assortment of products of the functional purpose directed on strengthening of immune activity of human organism and reducing risk of influence of environment harmful factors.

At manufacturing of liquid fermented milk and acidified products produced with use of dried skim milk, for improvement of their consistence it is expedient to use the DSM with the high content of nondenatured whey proteins. It will allow producing the structure of the fermented milk gel characterized by raised ability to regeneration and great stability to mechanical influence, to prevent layer separation of a product during the storage. It is developed the technology of enriched fermented milk and acidified drinks on the basis of the dried skim milk with the high content of nondenatured whey proteins that provide enrichment of products by probiotic microflora, in particular, by propionic bacteria and lactobacillus.

On the basis of studying of laws of joint development of propionic bacteria and lactic bacteria, influence of starter population on structurally-mechanical properties of acid clots it is determined the specific structure of the multicomponent starter culture containing propionic bacteria, lactic bacteria, acidophilic bacteria and thermophilic lactic streptococci, and their optimum parity in starter culture: 5:1:0,5:0,5, accordingly. Optimum conditions of fermentation of skim milk (temperature - (30 ± 2) °C, a ferment dose - 5 %, duration of fermentation-7-8 hours) are established. In these conditions enough high content of viable cells of propionic bacteria ($8,6\pm 0,2$ lg CFU/cm³), acidophilic bacteria ($8,2\pm 0,2$ lg CFU/cm³), lactic bacteria ($8,8\pm 0,2$ lg CFU/cm³) and thermophilic lactic streptococci ($7,6\pm 0,2$ lg CFU/cm³) in a clot, and also rather fast increase of acidity of medium at fermentation of skim milk, production of a product with good organoleptic and structurally-mechanical properties is provided.

For establishment of optimum structure of drinks the influence of a mass fraction of dry fat-free substances in a dairy basis (for fermented milk drinks), mass fraction of dry fat-free substances and vegetative fat in milk containing basis (for souring drinks) on organoleptic and structurally-mechanical properties of products, activity of development of starter cultures in process of fermentation is studied. For fermentation the dry fat-free substances with index WPNI equal to 6,2 mg/g were used, as vegetative fat for soured drinks the substitute of dairy fat, characterized by the high content of polyunsaturated fatty acids and recommended for this group of products was chosen.

After carrying out of all researches with studied experiment systems of dairy drinks it is possible to make the conclusions that having considered many variants and having studied their organoleptic characteristics we have come to a single variant.

Organoleptic estimation of a dairy drink with use of dry fat-free substances is presented in table 1.

Table 1. Organoleptic indicators of a dairy drink

The indicator name	Characteristic
Appearance	Opaque liquid
Taste and smell	Sweetish smack and expressed smack of boiling
Consistence	Liquid, homogeneous, inductile, slightly viscous. Without flakes of protein and lumps of fat
Colour	White, uniform in all mass; with slightly bluish shade

It is established that the increase of mass fraction of dry fat-free substances promotes increase of viscosity and stability of structure, improvement of thixotropic properties, moisture-holding ability of acid gel. On picture 1 the change of effective viscosity and moisture-holding properties of the acid clot depending on mass fraction of dry fat-free substances in a dairy basis is shown.

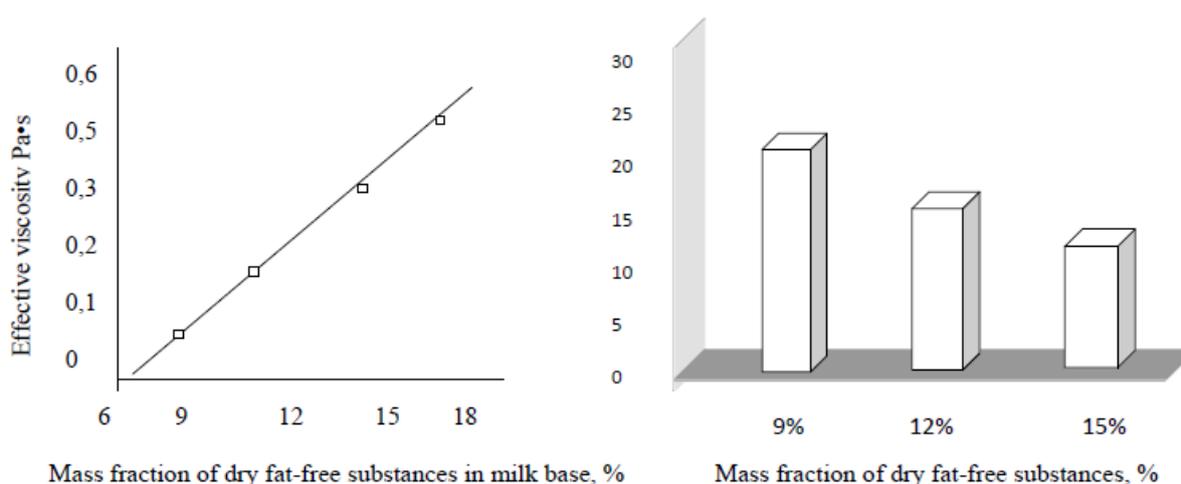


Fig. 1. Influence of mass fraction of dry fat-free substances in a dairy basis on effective viscosity (a) and synergetic properties of a clot (b)

The analysis of organoleptic indicators and structurally mechanical properties has revealed the expediency of use of the reproduced dairy basis with mass fraction of dry fat-free substances 12 % providing production of the acid clot with pure sour-milk taste and smell and a good consistence. Results of the spent researches have shown that adding in compounding structure of fermented drink the substitute of milk fat in quantity of 1,5-2,5 % from mass of a dairy basis does not cause deterioration of its organoleptic and structurally-mechanical properties.

On structurally-mechanical properties of products the considerable influence has the temperature of pasteurization and acidity of a clot. Increasing of temperature of pasteurization and duration of endurance leads to increase the degree of whey protein denaturation in the reproduced skim milk that is connected with irreversible coagulation of the majority of whey proteins fractions.

It is established that with increase of acidity of the clot its viscosity and moisture-holding ability raises. Results of researches have shown that at manufacture of sour milk and fermented drinks with use as a dairy basis of the reproduced skim milk received from the dry fat-free substances with the high content of non-denatured whey proteins, it is preferable to use pasteurization at temperature $(94 \pm 2)^\circ\text{C}$ during (6 ± 2) minutes, souring is spent before formation of strong enough clot with acidity $(80-85)^\circ\text{T}$.

On the basis of the spent researches the technological scheme is developed and the basic technological modes of production of sour-milk and fermented drinks enriched with probiotic microflora, with application of tank method of production (table 2) are established.

Table 2. Technological scheme of fermented milk drink production

Technological operation	Technological parameters
Acceptance and estimation of quality of raw materials	Dry fat-free substances, index WPNI > 4,8 mg/g; substitute of milk fat by TC; starter culture; potable water by GOST R 51232-98.
Reproduction of dry fat-free substances	$T=(45\pm 5)^{\circ}\text{C}$, mixing during 15 minutes
Preparing of substitute of milk fat emulsion and reproduction of milks containing basis	$T=(52\pm 2)^{\circ}\text{C}$, dispersion during 15 minutes
Cooling and keeping	not less than 4 hours, $T=(4\pm 2)^{\circ}\text{C}$
Heating, centrifugal clearing	$T=(45\pm 5)^{\circ}\text{C}$
Homogenization	$T=(75\pm 5)^{\circ}\text{C}$, $P=(12,5\pm 2,5)\text{ MPa}$
Pasteurization	$T=(94\pm 2)^{\circ}\text{C}$, $\tau=(6\pm 2)\text{ min.}$
Cooling	$T=(32\pm 1)^{\circ}\text{C}$
Souring	$T=(32\pm 1)^{\circ}\text{C}$, $D_s=5\%$
Fermentation	$T=(32\pm 1)^{\circ}\text{C}$, $\tau=(8\pm 0,5)\text{ h.}$, acidity of clot (80-85) ⁰ T
Cooling, adding of fruit- berry filling agents	$T=(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$
Packaging, wrapping, marking	
Cooling, storage	At $T=(4\pm 2)^{\circ}\text{C}$, maximum 5 days

Thus, the offered technology allows to increase the biological value of a product, to prolong the duration of product storage, to expand assortment of fermented milk products of a functional purpose by selection of compounding mixtures, and also by additional enrichment of dairy drinks with use of dry fat-free substances, developed on the basis of the reproduced skim milk.

REFERENCES

- Gabrielyan D.S. Resource saving technology of enriched fermented milk drinks.// Food industry. - 2014. - №8. -p. 12–14.
- Skorkina I.A. Production of milk drinks of functional purpose with natural additives / I.A. Skorkina, E.N.Tretyakova, T.N.Suhareva // Food industry. - 2014. - №10. - p. 8-12.

STUDYING OF MATERIAL STRUCTURE AND DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY CONVERSION OF GOLD-BEARING ORE OF TESTS OF ONE OF FIELDS REPUBLIC OF UZBEKISTAN

¹Bekpulatov J. M.,
¹Matkarimov S. T.,
²Akhmedov X.

¹Uzbekistan, Tashkent, Tashkent state technical university
² Uzbekistan, Tashkent, State company "Research institution of mineral resources"

Development of technology of conversion of ores of fields is urgent.

The material structure of tests of ore was studied spectral, chemical, assay and the rational analysis on gold and silver.

Are determined by results of the spectral analysis of average test, in %: $Si > 1$; $Al > 1$; $Mg > 1$; $Ca > 1$; $Fe > 1$; $Mn - 0.05$; $Ni - 0.002$; $Ti - 0.4$; $Cr - 0.02$; $Mo < 0.001$; $Zr - 0.03$; $Cu - 0.13$; $Pb - 1.0$; $Zn - 0.06$; $Sb - 0$; $Na > 1$; $Sr - 0.02$; $B - 0.02$; $Co - 0.004$; $V - 0.02$; $As > 1$; $Sn - 0.001 > 1$; $Ga < 0.001$; $Be < 0.001$;

Chemical are determined by the analysis in average test in %: $\text{SiO}_2 - 62,0$; $\text{FeO} - 5,85$; $\text{FeO} - 1,48$; $\text{TiO}_2 - 0,7$; $\text{MnO} - 0,05$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 13,1$; $\text{CaO} - 3,22$; $\text{MgO} - 1,1$; $\text{Na}_2\text{O} - 1,22$; $\text{K}_2\text{O} - 3$; $S_{\text{total}} - 3,39$; $S_{c-d} - 3,35$; $\text{SO}_3 - 0,1$; $\text{P}_2\text{O}_5 - 0,14$; $\text{CO}_2 - 3,08$; $\text{H}_2\text{O} - 0,6$; *others* - 5,32; $\text{Au} - 16,48$.
 $\text{Ag} - 4,2$. $\text{Cu} - 0,13$; $\text{As} - 4,16$.

According to data rational analyses to test of cyanidation gold of -4,6% silver of 35,7%

Cyanidation is absent after alkaline handling of gold of -1,8%, silver - connected with oxides of iron and manganese of gold of -4,4% of silver of - 38,0% - 83,7% connected sulfides of gold and silver of - 21,5% and also with rock-forming minerals of gold of - 5,5% of silver - 4,8 for the basis studying of material structure of tests of ore the main valuable components is gold and silver.

The main ore minerals and concentrators of gold and silver are pyrites and arsenopyrite. From nonmetallic quartz is widespread, sermitsit, a carbonate, feldspar. Test generally consists of unoxidized breeds. Aim developments of technology of conversion of ore gravitational, flotation methods of enrichment are tested. In tab.1 it is provided result of gravitational enrichment of tests of ore.

Table 1. Results of gravitational enrichment of tests of ore

Enrichment products	Exit, %	Contents,		Extraction, %		Fineness of amendment, mm
		Au	Ag	Au	Ag	
Gravitation concentrate	14,25	70,43	15,21	61,42	50,4	-1+0
Industrial product	21,17	10,11	2,96	13,1	14,55	
Gravitation tailings	49,32	1,72	0,98	5,18	1,20	
Slimes	15,26	21,74	6,72	20,3	23,85	
Ore	100,0	16,34	4,3	100	100	
Gravitation concentrate	18,35	68,73	13,63	76,76	55,60	-0,5+0
Industrial product	22,06	6,22	2,63	8,35	12,9	
Gravitation tailings	38,0	1,93	1,34	4,46	11,3	
Slimes	21,59	7,94	4,21	10,43	20,2	
Ore	100,0	16,43	4,5	100	100	
Gravitation concentrate	16,44	57,49	11,54	57,7	45,16	-0,25+0
Industrial product	20,64	9,82	3,35	12,37	16,46	
Gravitation tailings	35,57	3,13	1,3	6,79	11,0	
Slimes	27,35	13,86	4,2	23,14	27,38	
Ore	100,0	16,38	4,2	100	100	

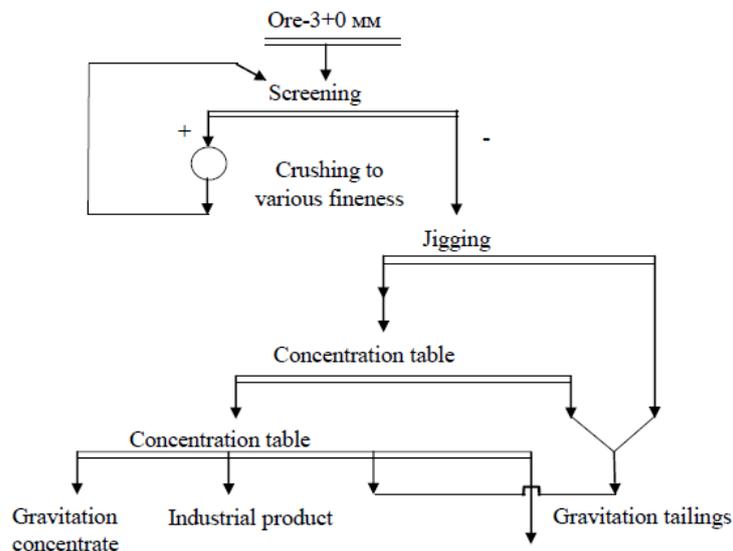


Fig. 1. Scheme of Gravitational Enrichment of Tests of Ore

Apparently from the provided these tab.1 optimum fineness in case of gravitational enrichment of gold-bearing ore of - 0,5 + 0 mm at the same time the maximum extraction of gold and silver in gravitation concentrate constituted 76,76 and 55,6% respectively.

In case of floatation enrichment was the classical scheme of flotation of gold-bearing ores, grinding ores, the main, control and two transactions of flotation is accepted [1]. In experiences modify size grinding from 75 to 95% class - 0,074 mm, expenses of the soda calcinated sulphurous

sodium, a copper vitriol. The special attention was removed to application of the collector – BXP (butyl xanthogenate of potassium) and T-92 foaming agent.

Experiments of flotation in case of various expenses of BKK and T-92 are made. As a result of the made experiments the optimum mode of flotation of the studied ore the % of C following fineness of crushing – 0,074 mm + 0 mm a consumption of reagents gr/t in crushing; soda of calcinations – 1000 in the main flotation of CuSO_4 – 100; BKK-120 T-92 - 120 in control flotation:

BKK-60 recleaning without reagents

Time of the main flotation of - 12 min.

Control flotation is - 10 min.

1 recleaning - 7 min.

In the developed mode experiments in the opened and closed cycles which results are given in tab. 2 are made.

In an open cycle of a given middle results three same of experiences.

Table 2. Results ore flotation the opened and closed cycles

Enrichment products	Exit, %	% Contents,		Extraction, %	
		Au	Ag	Au	Ag
Open circuit					
Concentrate	19,43	74,2	18,36	88,34	79,28
Prom product-1	5,21	11,4	5,3	3,64	6,12
Prom product-2	6,86	5,6	2,6	2,35	3,94
Flotation tailings	68,5	1,35	0,7	5,67	10,66
Ore	100	16,32	4,5	100	100
By the principle continuous process					
Concentrate	24,8	62,1	14,5	93,48	85,62
Flotation tailings	75,2	1,43	0,8	6,52	14,38
Ore	100	16,48	4,2	100	100

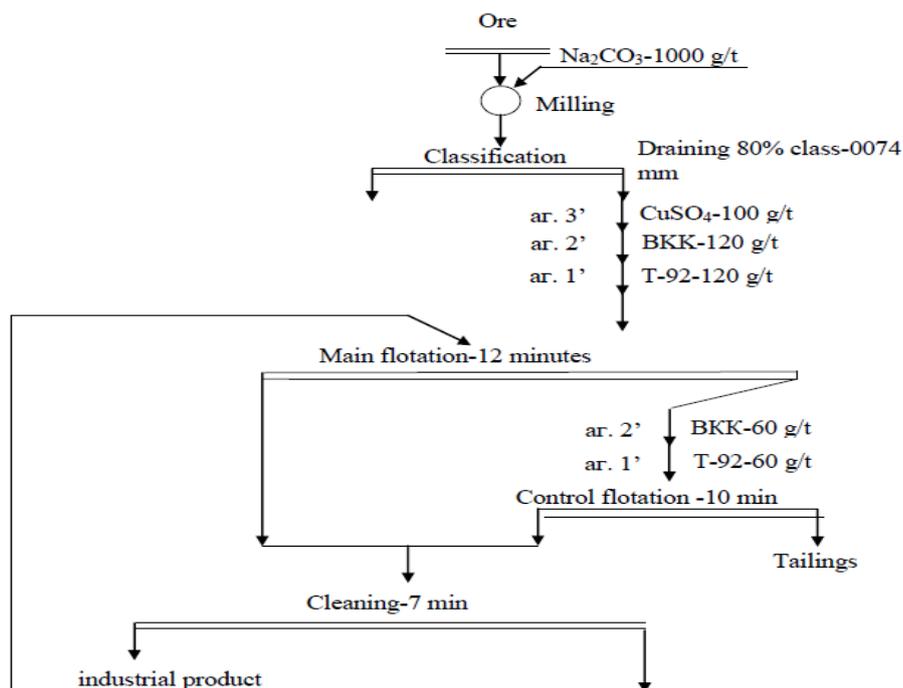


Fig. 2. Scheme of Flotation Enrichment of Tests of Ore in the closed cycle.

REFERENCES

- 1 Abramov A. A. floatation methods of enrichment subsoil, 1984, p. 383.
2. Zelenov V. I. Technique of researches of gold-bearing ores. M, "Subsoil", p. 1978
3. Lodeyshchikov V. V - Extraction of gold from persistent ores and concentrates. M, "Subsoil", 1968, p. 179-186.
4. Abramov A. A., Leonov S. B. Enrichment of ores of non-ferrous metals. M, "Subsoil", 1991.

COGNITIVE COMPUTER MODELING FOR BAKERY PRODUCTION'S TECHNOLOGICAL PROCESSES MODE OF BEHAVIOR

*Pankov D. V., postgraduate
Kyshenko V. D., PhD in Engineering sciences, associate professor*

Ukraine, Kyiv National University of Food Technologies

Abstract. *An application of cognitive computer modeling for bakery production's technological processes methodology on obtaining a scenario forecast of their mode of behavior in uncertainty is considered in the article. Cognitive modeling method allows to provide impact factors analyze when bread cooking, to assess the strength of interoperating, to create provisional weighted graph of factors, to solve semi structured issues that arise, when managing such a complex organizational and technical system as a technological complex of bakery production. Using computer cognitive modeling, a support decision making is defined as the task of developing a strategy for transition from a current situation state to a target state based on subjective situation model as a cognitive map, which creates prerequisites to develop effective systems for bakery production process control scenario.*

Keywords: *computer cognitive modeling, impact factors, provisional weighted graph, forecast.*

Modern technological systems, organizational and technical (technological) systems, which include bakery production' processing facility are characterized by complex processes of intense dynamic interaction, energy, matter and information exchange. In such complex, nonlinear, multidimensional and multiply systems a phenomenon of intermittency occurs as an alternation of regular and chaotic behavior, which greatly complicates the decision-making process. To raise up control efficiency in such systems a modern control theory uses synergy and deterministic chaos methods, based on the idea of self-organization and dissipative spatial-temporal structures that allow taking adequate decisions in specific changing conditions. In synergistic control system constructing, it is necessary to predict and assess how the decision will affect the development of complex system. So, today scientists are on the lookout for a methodology that can evaluate a semi structured behavior control system adequately, based on objective laws of natural self-organization and personnel subjective understanding, representation in accordance with its experience and intuition about control system options and connections among them. It is proposed to use one of the most promising and suitable direction in the theory of managerial decision making as computer cognitive modeling.

Cognitive modeling is one of scientific method in cognitive science. Knowledge engineering (cognitive science) [lat. cognitio – gnosis, gr. logos - learning] - an interdisciplinary research area that integrates the theory of knowledge, cognitive psychology, neurophysiology, cognitive linguistics and artificial intelligence theory [1]. The science object of cognitive science [2] stands a hierarchically organized space of knowledge that contains the ordered subspaces, so that these insights are focused, allowing to use them relatively quickly while controlling. Cognitive modeling, in its turn, is seen by the authors, as a formalization of knowledge, decision making on the basis of visual knowledge, controlling at the intuitive knowledge level [3].

The basic idea of cognitive modeling for bakery production is to develop and refine a hypothesis on researched object functioning, which is regarded as semi structured system that consists of separate internal and external elements, subsystems that interact with each other, based on block diagram of causal relationships.

An analysis of bakery enterprise production situations within the scenario approach is conducted. The trends of bakery production biotechnological processes development by computer cognitive modeling are observed. During bakery production controlling it is necessary to provide decision-making process in situations where parameters, laws and patterns of development are described qualitative. Those are unique semi structured dynamic situations, where settings changing are accompanied by hard predictable changes in structure.

Computer modeling of biotechnological systems, which include bakery production, is based on the technology, methodology and algorithmic presentation on computer models developing regarding the computer' simulation model organization indicators; informational uncertainty and

results presentation; intellectual modeling development, including systems' and causal relationships' at micro and macro levels computer analysis evolution and forecast diagnosis; technological systems' main operation elements dynamic tracking that help to receive the optimal solutions in the mode of operational processes control.

Cognitive maps reflect only the fact of connections between factors. However, they do not reflect the power of connections and connection dynamics change of impact depending on situation change, when bread making. The issues can be solved by constructing cluster situation models. These models should include the following parameters:

- size and nature of connections between micro environmental factors, determined by experts;
- macro environmental factors on micro environmental factors connection degree, determined by experts;
- micro environmental factor impact size on corresponding situation cluster at every bread processing stage.

In summary, a typical clusters situations cognitive model for bakery process may be presented as a system of equations (1):

$$\begin{aligned} \pm \sum_{i,f,g-2}^n s_i w_f m_g &= \pm \sum_{i,j-1}^n t_i e_j \\ \pm s_1 w_1 * m_1 \pm \sum_{i,f,g-3}^n s_i w_f m_g &= \pm \sum_{i,j-1}^n t_i e_j \\ &\dots \\ \pm \sum_{i,f,g-1}^n s_i w_f m_g &= \pm \sum_{i,j-1}^n t_i e_j \end{aligned} \quad (1)$$

where, w_f , $f = 1 \dots n$ - micro environmental factor;

e_j , $j = 1 \dots n$ - macro environmental factor;

s_i , $i = 1 \dots n$ - connections size between factors;

t_i , $i = 1 \dots n$ - macro environmental factors on micro environmental factors connection degree;

m_g , $g = 1 \dots n$ - micro environmental factor impact size on situation.

Defined noises F , related to experts subjectivity and unreliability of their estimates, affect on cognitive modeling results reliability. To minimize these noises, ($\min \rightarrow F$) while expert estimations, the requirements for qualifying experts features are taken into account:

- experience ≥ 3 years;
- higher education - bakery production managers and technology experts;
- individual expert assessment of work situations;
- interviews with experts during a shift and on shift basis;
- consideration the other related branches bakery production' employees views.

Constructed combined equation gives enough information to formulate scenarios for further development of typical control situations at the bakery production.

To describe the situation in structural terms a structural and functional decomposition is used: situation components are pointed out as a "Part-Whole" hierarchy, $\langle D, \Theta \rangle$, where $D = \{d_i\}$ - a set of situation elements - a whole and its component parts, Θ - "Part-Whole" relation on a set D , $i = 1 \dots n$. To describe the situation in functional aspect main characteristics (hereinafter - signs) of all elements of the situation $F_i = \{f_{ij}\}$, $j = 1 \dots m$ are determined.

According to cognitive analysis of complex situations methods after collection and systematization the existing statistical and qualitative information it is needed to move on highlighting the main characteristic features of studied process and relationships, as well as factors determination, where situation subjects can affect practical. This allows constructing an issued cognitive (graph) model situation. So, it is needed to divide the process on such situational important areas: flour reception; dough process; dough processing; baking a product. To do this, it is needed to divide the process of beer production at situational critical zones, where main factors that describe an issue are highlighted. Then, determine the factors that affect situational target zones. While flour reception: flour grade, flour strength.

While dough process: process kneading time, dough viscosity, dough amount, dough temperature, water quantity, fermentation duration.

While dough processing: dough piece weight, form ability, proofing time, proofing moisture in the closet.

When baking: baking temperature, humidity in the oven area of moisture, baking term, crust color, sintering, finished product form.

Next step is to determine the direct connections among factors within the situational zones. Below, there are the examples of such connections.

1. Flour quality affects flour strength (the highest grade - the greater flour strength), with flour power increasing, the temperature of the dough during kneading increases; the duration of mixing reduces; the duration of dough proofing during processing increases; form ability while dough processing increases; dough amount increases; amount of water to be added into the dough during kneading increases.

2. Duration of mixing Connections form ability (the more time - form ability worse). With increasing the fermentation duration, the amount of dough increases. With dough temperature increasing: the fermentation duration accelerates (reduces); dough viscosity increases; proofing duration during dough processing reduces.

A software tool “Canva” was used to provide cognitive modeling. While factor naming a set of current, maximum, minimum and intermediate values were identified (fig. 1).

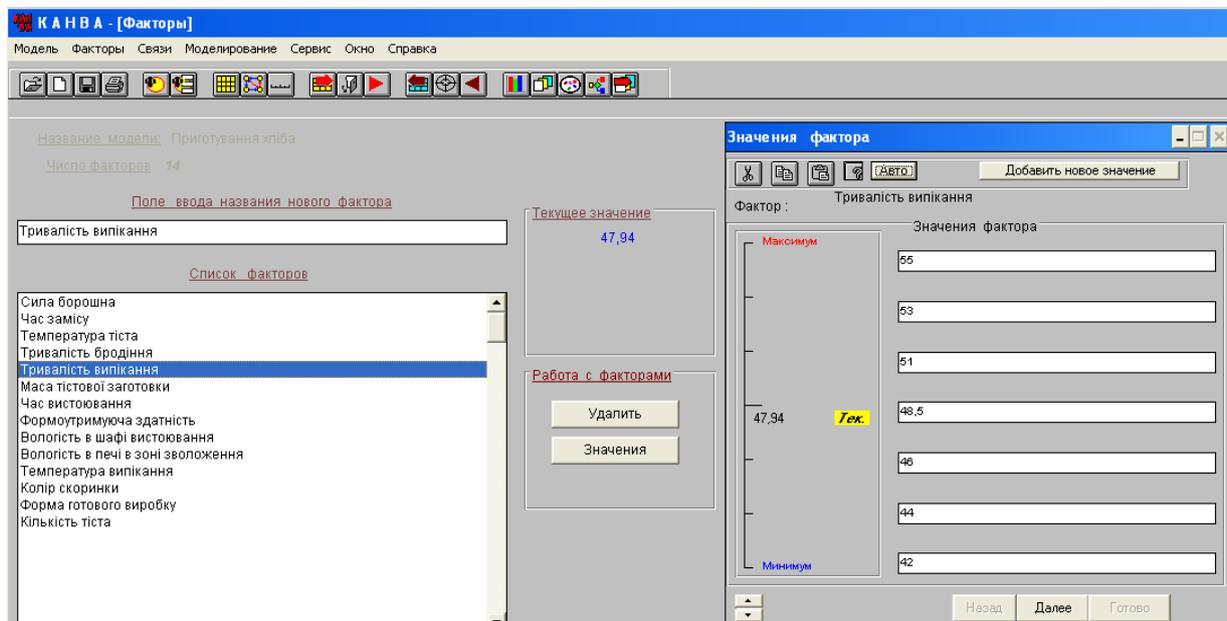


Fig. 1. Factors table windows and their values

If there is only one connection factor – a direct assessment applies on another factor. That is, the force of impact is indicated, how depending on this factor another factor changes. After constructing a weighted graph the power of factors connection on each other have to be mentioned. If there are several factor impacts, then pairwise assessment applies, it indicates not only the factor power connection, but which one is stronger than the other variable specified factor (fig. 2).

As a result of cognitive process computer modeling of bread making such results were obtained:

1. Automatically oriented weighted graph on connections between impacts is constructed;

2. A possibility of scenarios comparability depending on input factors values change at certain stages of bread making.

3. Constructing factors' change diagrams depending on the chosen scenario.

Фактор	Сила борошна	Час замісу	Температура тіста	Тривалість брошення	Тривалість випікання	Маса тістової заготовки	Час вистоявання	Формоутворююча здатність	Вологість в шафрі вистоявання	Вологість в печі в зоні зволоження	Температура випікання	Контр скорявки	Форма готового виробу	Кількість тіста	
Сила борошна		-1	1				1							0	0
Час замісу								-1	1					0	0
Температура тіста				1										0	0
Тривалість брошення		1												0	0
Тривалість випікання											1	-1		0	0
Маса тістової заготовки														0	0
Час вистоявання	1													0	0
Формоутворююча здатність														0	0
Вологість в шафрі вистоявання														0	0
Вологість в печі в зоні зволоження												-1		0	0
Температура випікання											1			0	0
Контр скорявки												1		0	0
Форма готового виробу														0	0
Кількість тіста														0	0

Fig. 2. Connection factors window on their relations

Based on data obtained while cognitive situation modeling and knowing what will happen under certain conditions, the expert has the ability to make the right decision about the impact on the process to receive a higher quality baking products. Cognitive modeling system can be used as part of a decision support system for the direct bakery control, or while predicting the course for bakery production technological processes.

REFERENCES

1. Reference and Information Portal. [Electronic resource] - Link: www.dic.academic.ru
2. Tsybul'skyy, V.R., Knowledge engineering. Cognitive Control basic concepts [text]/V.R. Tsybul'skyy, V.V. Fomin - Journal of Cybernetics. Vol. 1.- Tyumen: Publishing House of SB RAS YPOS. - 2002. - p. 34 - 37;
3. Raevneva E.V., Cognitive modeling for semi structured systems (situation) control problems solving [Text]/E.V. Raevneva, N.M. Berest. - Businessinform. - 2010. - №5 (2). - p. 40 - 43.

ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА В ПОРОШКОВЫХ ПРОБАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

д. т. н., профессор Азарян А. А.
к. т. н., доцент Трачук А. А.

Украина, г. Кривой Рог, ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

Abstract. The article considers the factors influencing the accuracy of determining the benefit component when the Express method. Described what terms is the error of change, and cited influencing factors and theoretical justification of these variables. Describes the results of laboratory studies to determine the instrumental error and the accuracy impact of calibration factors to convert the measured values of the integral flux of gamma radiation in mineral content. The optimal number of measurements for the rapid analysis of samples, which ensures the required measurement accuracy for the technological process of extraction and preparation of ores. The results of the study classified all existing types of errors in the use of gamma radiation for rapid quality control of mineral raw materials.

Keywords: Express analysis, the content of iron, gamma radiation, measurement errors, powder samples, the accuracy of the measurement, the intensity of the gamma radiation.

В настоящее время опубликован большой объем научно-технического материала, описывающего способы использования прошедшего и рассеянного гамма-излучения для оперативного контроля и управления качеством минерального сырья [2..8]. Вместе с тем, не всегда дается четкая классификация погрешностей и рекомендации по их учету при экспресс-анализе проб минерального сырья.

В данной работе приведены результаты исследования погрешности измерения и ее составляющих, оценены погрешности измерения содержания железа в порошковых пробах класса крупности -1 мм.

Постановка задачи. Для повышения точности оперативного контроля качества минерального сырья с применением рудничных радиометров типа ПАКС необходим комплексный учет основных и дополнительных факторов, влияющих на результаты измерения, а также классификация возникающих в процессе измерения погрешностей.

Материалы исследования. Для определения вероятной, средней и среднеквадратичной погрешности необходимо знать точность конкретного метода, что дает возможность оценить надежность измерений. Исходя из этого, возникает задача - определить меру точности по результатам измерений. При этом допускаем, что все измерения произведены с одинаковой тщательностью, т. е. являются равноточными, и что случайные ошибки распределены по закону Гаусса [1]. Пусть результатами измерений интегрального потока рассеянного гамма-излучения N являются числа (1):

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n \quad (1)$$

Рассмотрим предположение, что измеряемая величина равна x , а мера точности произведенных измерений равна h .

При сделанных допущениях о значениях x и h вероятность получения результатов измерений определяется (2):

$$\varphi(x-x_1)\varphi(x-x_2)\dots\varphi(x-x_n)d\varepsilon^n \quad (2)$$

Пользуясь выражением для плотности нормального распределения [1], получим (3):

$$\frac{h^n}{\pi^{n/2}} e^{-h^2[(x-x_1)^2+(x-x_2)^2+\dots+(x-x_n)^2]} d\varepsilon^n \quad (3)$$

Так как до испытаний все значения x и h следует считать равновероятными, то вследствие теоремы Байеса вероятность самой гипотезы пропорциональна (3), т. е. равна

$$Gh^n e^{-h^2[(x-x_1)^2+(x-x_2)^2+\dots+(x-x_n)^2]} \quad (4)$$

где G - постоянный множитель пропорциональности, куда включены также не зависящие от h и от x множитель $\frac{1}{\pi^{n/2}}$ и $d\varepsilon^n$.

При любой гипотезе относительно h величина (4) будет наибольшей, если x выбран так, что сумма минимальна (5):

$$(x-x_1)^2 + (x-x_2)^2 + \dots + (x-x_n)^2 = \sum_{i=1}^n (x-x_i)^2 \rightarrow \min \quad (5)$$

Таким образом, исходя из того, что ошибки распределены по закону Гаусса, можно сделать вывод, что наиболее вероятным значением, которое можно получить из ряда измерений

одинаковой точности, является такое значение, для которого сумма квадратов разностей этого значения и результатов измерений является наименьшей.[1]

Пользуясь этим принципом, найдем наиболее вероятное значение величины x . Приравняв нулю производную по x от суммы квадратов (6):

$$\sum_{i=1}^n (x - x_i)'' = 0 \quad (6)$$

получим

$$2 \sum_{i=1}^n (x - x_i) = 0, \quad (7)$$

Откуда

$$x = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (8)$$

При $x = \bar{x}$ действительно имеет место минимум.

Таким образом, если случайные ошибки распределены по закону Гаусса, то наиболее вероятным значением x измеряемой величины является среднее арифметическое измеренных значений.

При нахождении наиболее вероятного значения точности h дело обстоит сложнее. Заменяя x на \bar{x} в (4) и осуществив поиск максимальной точности h , получим (9)[1]:

$$Ge^{-h^2 \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2} (nh^{n-1} - 2h^{n+1} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2) = 0 \quad (9)$$

Откуда

$$h = \frac{1}{\sqrt{2 \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n}}} \quad (10)$$

Однако, значение h не является наиболее вероятным (хотя и близко к нему), так как вероятность гипотезы h вычислена лишь при одной гипотезе $x = \bar{x}$. При этом разности $\bar{x} - x_i$, не являются истинными ошибками, которые на самом деле равны $A - x_i$, где A - точное значение измеряемой величины.

Вычислим теперь вероятность значения h , полагая, что x может принимать любые значения. В силу теоремы сложения вероятностей мы должны просуммировать выражения (4) по всем значениям x от $-\infty$ до ∞ , что сведется к вычислению интеграла (11) [1]:

$$P = Gh^n \int_{-\infty}^{\infty} e^{-h^2 \sum_{i=1}^n (x - x_i)^2} dx. \quad (11)$$

Для нахождения интеграла (11) введем новую переменную u , положив $x = \bar{x} + u$, где \bar{x} определено формулой (8).

Из этой формулы следует равенство (12):

$$n\bar{x} - \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i) = 0. \quad (12)$$

Производя указанную замену переменных в интеграле (11), получим

$$P = Gh^n \int_{-\infty}^{\infty} e^{-h^2 \sum_{i=1}^n (\bar{x} + u - x_i)^2} du. \quad (13)$$

Возводя скобки в показателе степени в квадрат и используя (12), получим

$$P = Gh^n \int_{-\infty}^{\infty} e^{-h^2 \left[\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2 + 2u \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i) + nu^2 \right]} = Gh^n e^{h^2 \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-nh^2 u^2} du. \quad (14)$$

В последнем интеграле положим $hu\sqrt{n} = \frac{t}{\sqrt{2}}$.

Тогда $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-nh^2 u^2} du = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} \frac{1}{h\sqrt{n}\sqrt{2}} dt = \frac{\sqrt{\pi}}{h\sqrt{n}}$, так что

$$P = Ghe^{-h^2 \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2} \frac{\sqrt{\pi}}{h\sqrt{n}} = \frac{Gh^{n-1} \sqrt{\pi}}{\sqrt{n}} e^{-h^2 \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}. \quad (15)$$

Равенство (14) дает вероятность того, что при данных результатах измерений мера точности равна h . Наиболее вероятным значением h будет такое, при котором выражение (14) будет максимальным.

Для того чтобы найти интересующий нас максимум dP , приравняем нулю производную

$\frac{dP}{dh}$ (16):

$$\frac{G\sqrt{\pi}}{\sqrt{n}} e^{-h^2 \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2} \left[(n-1)h^{n-2} - 2h^n \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2 \right] = 0 \quad (16)$$

Отсюда следует, что наиболее вероятным значением меры точности h , которое обычно принимают за истинное значение h , является

$$h = \frac{1}{\sqrt{2 \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}}}. \quad (17)$$

При достаточно большом n , выражения (17) и (10) практически совпадают.

Зная величину меры точности можно определить величины вероятной, средней и средней квадратичной ошибок. В частности, для средней квадратичной ошибки найдем

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}}. \quad (18)$$

При наличии большого числа измерений удобно не вычислять среднее арифметическое \bar{x} непосредственно, а поступать иначе. Выбрав в качестве «условного нуля» произвольное значение x_0 , рассмотрим вместо результатов измерений x_1, x_2, \dots, x_n их отклонения от x_0 , равные $\Delta x_1 = x_1 - x_0, \Delta x_2 = x_2 - x_0, \dots, \Delta x_n = x_n - x_0$. Найдя среднее арифметическое этих отклонений (19)

$$\overline{\Delta x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x_0) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i - x_0, \quad (19)$$

легко найдем и среднее арифметическое x (20):

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = x_0 + \overline{\Delta x}. \quad (20)$$

Таким образом, для вычисления среднего арифметического измеренных значений достаточно к произвольно выбранному значению x_0 прибавить среднее арифметическое отклонений x_0 от измеренных значений [1].

Известно, что при определении содержания полезного компонента гамма-гамма методом, общая погрешность состоит из следующих слагаемых: аппаратной погрешности; погрешности, обусловленной неравномерностью распределения полезного компонента в пробе; погрешности, обусловленной непостоянством геометрии облучения проб; погрешности, обусловленной непостоянством гранулометрического состава проб.

Среднее значение абсолютной погрешности измерений, обусловленных аппроксимацией, составляет $\pm 0.36\%$ абс.

Одно из слагаемых аппаратной погрешности - статическая погрешность δ измерения скорости счета импульсов N , обусловленная вероятностным характером распада используемого в качестве источника излучения радионуклида. Теоретически она определяется как (21):

$$\delta = \frac{100}{\sqrt{NT}}, \% \quad (21)$$

где T - время экспозиции радиометра, с.; N - скорость счета импульсов регистрируемого излучения, $\text{имп} \cdot \text{с}^{-1}$;

Как видно из выражения (21), δ является функцией двух переменных – N и T , а поскольку, в свою очередь, N является функцией содержания железа и меняется в определенных пределах, то и величина статической погрешности (даже при $T = \text{const}$) будет находиться в определенных пределах.

Аппаратную погрешность определяли по результатам ста замеров скорости счета импульсов рассеянного излучения от проб с максимальным (64%) и минимальным (24%) значениями содержания q железа.

Критерием погрешности приняты величины среднеквадратичной погрешности отдельно измерения числа импульсов ΔS_n и среднеквадратичная погрешность результата серии измерений ΔS_a , где

$$\Delta S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ((\Delta N_i)^2)}{n-1}}; \quad (22)$$

$$\Delta S_a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ((\Delta N_i)^2)}{(n-1) \cdot n}}; \quad (23)$$

где n - число измерений, ΔN_i - величина отклонения скорости счета импульсов i -того измерения от среднего значения \bar{N} в серии замеров.

Анализ показывает, что скорость счета близка к закону нормального распределения.

Для пробы с $q=24\%$ $\Delta S_n = 26.0$ имп = 0.263%, $\Delta S_a = 2.6$ имп = 0.0263%.

Для пробы с $q=64\%$ $\Delta S_n = 21.9$ имп = 0.378%, $\Delta S_a = 2.2$ имп = 0.0378%.

Как видно из сравнения значений ΔS_n и ΔS_a погрешности в определении скоростей счета существенно разнятся, что объясняется различным вкладом в суммарную погрешность, обусловленной вероятностным характером распада радионуклида.

По значениям приведенных погрешностей оценим аппаратную погрешность измерений величины N скорости счета импульсов, характеризующую интенсивность излучения.

Для этого зададим значение надежности $\alpha=0.999$ для заданной погрешности, $n = 100$, коэффициент Стьюдента $t_\alpha=3.39$, и назначением t_α и ΔS_a определяем погрешность ΔN измерения N

$$\Delta N = \Delta S_a \cdot t_\alpha \quad (24)$$

Таким образом, аппаратная погрешность при указанных режимах работы радиометра и средних скоростях счета $\bar{N} = 9914$ имп·с⁻¹ и $N_2=5791$ имп/с составляет соответственно $\Delta N_1 = 8.8$ имп, $\Delta N_2 = 7.5$ имп/с, а результат измерения интенсивности можно записать как $N_1 = 9914 \pm 8.8$ имп·с⁻¹, $N_2 = 5791 \pm 7.5$. Относительная аппаратная погрешность:

$$\varepsilon = \frac{\Delta N}{\bar{N}}; \quad (25)$$

соответственно равняется $\varepsilon_1 = 0.089\%$ и $\varepsilon_2 = 0.13\%$.

До сих пор оценивалась величина погрешности измерения интенсивности излучения, выражаемой в числе зарегистрированных импульсов.

Оценим среднюю величину аппаратной погрешности в процентах содержания железа. Для этого найдем значение выражения контрастности (26) [2]

$$\frac{2|\bar{N}_1 - \bar{N}_2| \cdot 100}{(\bar{N}_1 + \bar{N}_2) \cdot (q_2 - q_1)} \% ; \quad (26)$$

которая показывает, на сколько процентов в среднем изменяется интенсивность излучения при изменении содержания железа на 1%. В нашем случае $\bar{K} = 1.31$.

Разделив полученные средние значения величины $\bar{\varepsilon}$ на \bar{K} находим средние значения аппаратной погрешности измерения содержания железа. Для серии из 100 измерений она составит 0.084%, для серии из 3^x измерений - 4.47% (за счет возрастания t_α с 3.37 до 31.6 и ΔS_n в $\sqrt{\frac{100}{3}}$ раз).

Измерения проводились на воздушно-сухих пробах класса - 1 мм с содержанием железа 24.4%, 38.4% и 64%. Было исследовано три варианта подготовки и облучения проб. Вариант первый - пробу насыпом помещали в кювету до ее заполнения, срезали излишек материала, а облучение ее проводили через дно кюветы. В варианте втором пробу подготавливали к облучению так же, как и в варианте первом, но облучали непосредственно материал пробы. В варианте третьем после срезания излишка поверхность пробы уплотнялась специальным пуансоном, вдавливаемым в кювету до заданной глубины погружения.

Контрастность так же различна и находится в пределах 0.69...1.32.

По сравнению со средней аппаратной погрешностью измерения N равной 0.11% погрешность в реальных измерениях возросла от 2.6 до 5 раз.

Беря за критерий оценки величины погрешности ε и контрастности \bar{K} , следует считать, что третий вариант имеет минимальную погрешность измерения и максимальную контрастность и является предпочтительным при определении содержания железа в порошковых пробах.

В итоге, из сравнения результатов трех вариантов измерения следует, что в третьем варианте наименьший разброс показаний ($\varepsilon = 0.28$) и наибольший коэффициент контрастности $\bar{K} = 1.32$.

Поскольку для оценки применимости того или иного варианта необходимо рассматривать два показателя (ε и \bar{K}), то для выбора оптимального варианта предлагаем ввести

критерий Q , характеризующий величину отношения $\frac{\bar{K}}{\bar{\varepsilon}}$ т. е. $Q = \frac{\bar{K}}{\bar{\varepsilon}}$ и в качестве оптимального варианта считать тот, у которого этот коэффициент максимален.

Для первого из рассматриваемых вариантов $Q = 0.42$, второго - $Q = 2.28$, третьего - $Q = 4.7$.

Таким образом, подготовка проб и облучения их по третьему варианту (т.е. проба уплотнена и облучается материал пробы непосредственно) обеспечивают наилучшие результаты по сходимости контрастности и, в результате, наименьшие погрешности измерений.

Расчеты Δ велись по формуле:

$$\Delta = \frac{\Delta S_n}{\sqrt{n}} \cdot t_\alpha(\alpha, n) / \frac{\bar{N}_{\max} - \bar{N}_{\min}}{q_{\max} - q_{\min}}, \quad (27)$$

где $t_\alpha(\alpha, n)$ - коэффициент Стьюдента для задаваемой надежности α и числа n измерений в серии; $q_{\max} - q_{\min}$ - граничные значения содержания железа; $\bar{N}_{\max} - \bar{N}_{\min}$ - скорости счета импульсов, соответствующие граничным содержаниям полезного компонента.

Погрешность определения содержания в значительной степени зависит от числа n обмера проб и требуемой надежности.

Выводы

- Аппаратурная погрешность скорости счета в основном определяется величиной статической погрешности, обусловленной вероятностным характером распада радионуклида. Она зависит от длительности цикла измерений. Минимальное значение этой погрешности $\approx 0.032\%$.

- Погрешности, обусловленные подготовкой проб и методикой их обсчета в два-четыре раза превышают аппаратурную погрешность;

- Минимальная погрешность и максимальная контрастность обеспечиваются предварительным выравниванием поверхности пробы уплотнением и направлением пучка излучения на поверхность пробы. Погрешность измерений может достигать 0.2% абс.;

- При облучении пробы через материал кюветы (дно) контрастность \approx в 1.8 раз ниже, чем при облучении непосредственно материала пробы, что приводит к возрастанию погрешности определения до $0.4...0.5\%$ абс..

ЛИТЕРАТУРА

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика, М.2002.-480с.
2. Патент України №78353 «Способ визначення вмісту чорних і важких металів у порошкових пробах руд»/Азарян А. А., Василенко В Є., Лисовий Г.М., Василенко Є. С. 2007 БИ №3.
3. Азарян В.А. Обоснование геометрических и технологических параметров системы оперативного контроля качества исходной руды и продуктов обогащения / Азарян В.А., Трачук А.А.- Варна. -2007.-Стратегия качества в промышленности и образовании.- Т.1. -С. 487-491.
- 4.Азарян А.А., Лисовой Г.Н., Василенко В.Е. Анализ погрешностей определения содержания железа радиометрами ПАКС. //Качество минерального сырья: Сб. научн. тр. - Кривой Рог, 2011. -С.228 -235
5. Близнюк Г.И., Большаков А.Ю. Способ рудоподготовки с использованием данных ядернофизического опробования //Обогащение руд. -1979 -№ 5, С. 10-11.
6. Albert Azaryan, Vladimir Azaryan Use of Bourger Lambert Bera law for the operative control and quality management of mineral raw materials, Metallurgical and Mining Industry, 2015 , No. 1 p. 4-9
7. Albert Azaryan Research of influence single crystal thickness n_{aj} (tl) on the intensity of the integrated flux of scattered gamma radiation[Електронний ресурс] / А. Azaryan // Metallurgical and Mining Industry.- 2015.- №2.- P. 43-46.
8. Azaryan A. A.,Azaryan V.A, Trachuk A.A. Quick response quality control of mineral raw materials in the pipeline. European Science and Technology. Materials of the V International scientific and practice conference. Munich, Germany 2013. -P. 325-331

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОБЖИГА ЦИНКОВОГО КОНЦЕНТРАТА ПРИ ДОБАВКЕ В ШИХТУ CaCO_3

*Бердияров Б. Т.,
Худояров С. Р.,
Маткаримов С. Т.,
Ахмаджонов А.,
Алимов У.*

Узбекистан, Ташкент, Ташкентский государственный технический университет

За годы независимости развитие горно-металлургической отрасли республики определяется в соответствии с приоритетом, главным стратегическим направлением которого является разработка наукоёмких технологий и совершенствование технологических процессов металлургических производств с целью рациональной и комплексной переработки минерально-сырьевых ресурсов Республики [1].

При обжиге цинковых концентратов на металлургических заводах образуется обычно большое количество ферритов и силикатов цинка, которые обуславливают недостаточное извлечение цинка при выщелачивании обожженного концентрата серной кислотой на гидromеталлургических заводах [2].

Потери цинка в отвальных кеках гидromеталлургических заводов достигают 25 %, а в некоторых случаях и выше.

Исходя из вышесказанного решение проблемы предотвращения образования ферритов и силикатов цинка весьма актуальна. Для решения данной проблемы, авторами были проведены исследование по обжигу в введение в шихту обжига в качестве дополнительного компонента CaCO_3 .

Эксперименты были проведены на лабораторной установке моделирующей процесс обжига. Температура обжига составляла 1233 К (960°C), являющейся оптимальной при окислительном обжиге цинкового концентрата в печах "КС".

При добавке в шихту обжига CaCO_3 содержание ферритов цинка снизилось с 12,6 до 2,0%, а силикатов цинка с 9,7 % до 1,5 %.

Для термодинамического обоснования эффективности введения в шихту обжига CaCO_3 , были проведены расчеты изменения свободной энергии Гиббса реакций, протекающих в процессе обжига при температуре 1233 К. Результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1. Изменение свободной энергии Гиббса реакции при температуре 1233 К

№	Реакции	Расчетная формула	ΔG , кДж/моль
1	$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$	$\Delta G = 165,954 - 0,148 \text{ Т кДж/моль}$	-16,675
2	$2\text{CuS} = \text{Cu}_2\text{S} + \frac{1}{2} \text{S}_2$	$\Delta G = 94,275 - 0,115 \text{ Т кДж/моль}$	-47,640
3	$\text{FeS}_2 = \text{FeS} + \frac{1}{2} \text{S}_2$	$\Delta G = 143,227 - 0,148 \text{ Т кДж/моль}$	-39,091
4	$\frac{1}{2} \text{S}_2 + \text{CO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{SO}_2 + \text{CO}$	$\Delta G = -79,787 - 0,013 \text{ Т кДж/моль}$	-96,105
5	$\text{ZnFe}_2\text{O}_4 + \text{CO} = \text{ZnO} + 2\text{FeO} + \text{CO}_2$	$\Delta G = 11,155 - 0,024 \text{ Т кДж/моль}$	-18,709
6	$\text{Zn}_2\text{SiO}_4 + 2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{ZnO} + \text{SiO}_2 + 2\text{CO}_2$	$\Delta G = -522,091 + 0,162 \text{ Т кДж/моль}$	-321,932
7	$\text{Zn}_2\text{SiO}_4 + \text{CaO} = \text{CaSiO}_3 + 2\text{ZnO}$	$\Delta G = -56,851 - 0,002 \text{ Т кДж/моль}$	-59,582
8	$\text{ZnFe}_2\text{O}_4 + \text{CaO} = \text{CaFe}_2\text{O}_4 + \text{ZnO}$	$\Delta G = -67,171 + 0,013 \text{ Т кДж/моль}$	-50,599
9	$\text{CaO} + \text{SiO}_2 = \text{CaSiO}_3$	$\Delta G = -98,815 + 0,008 \text{ Т кДж/моль}$	-88,434
10	$\text{CaO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{CaFe}_2\text{O}_4$	$\Delta G = -82,321 + 0,003 \text{ Т кДж/моль}$	-78,629

Согласно полученным результатам нами был предложен следующий возможный механизм обжига цинкового концентрата при добавке в шихту обжига CaCO_3 .

В процессе обжига сульфидного цинкового концентрата при температурах окисления, происходит разложение сложных сульфидов (CuS , FeS_2 и др.) с выделением элементарной серы по реакциям (2) и (3).

Образовавшийся по реакции (1) диоксид углерода (CO_2), взаимодействует с элементарной серой образующейся по реакциям (2) и (3) с образованием монооксида углерода (CO) реакция (4).

Образовавшийся монооксид углерода восстанавливает ферриты и силикаты цинка до оксидов железа и кремния по реакциям (5) и (6).

Образующиеся при протекании реакции (5) и (6) оксиды железа и кремния взаимодействуют с оксидом кальция, образовавшимся при протекании реакции (1), с образованием ферритов и силикатов кальция реакции (7-10).

Основываясь на результаты проведенных исследований и полученных результатов можно предложить, что процесс обжига цинкового концентрата с добавкой в шихту обжига в качестве дополнительного компонента CaCO_3 , позволит, не изменяя действующего температурного режима и аппаратного оформления добиться существенного снижения образования ферритов и силикатов цинка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Президента Республики Узбекистан от 15.12.2010 № ПП- 1442 «О приоритетах развития промышленности Республики Узбекистан в 2011-2015 годах».

2. Казанбаев Л.А., Козлов П.А., Кубасов В.Л. Гидрометаллургия цинка. Процессы выщелачивания. – М.: Издательский дом «Руда и Металлы», 2007.-120 с.

АЛГОРИТМ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ФОРМИ ГНУЧКИХ ГОФРОВАНИХ МЕМБРАН

Сафронова І. А.

Україна, м. Дніпро, Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара

Abstract. Iterative algorithm to determine of the configuration of the middle surface of corrugated membranes with greatest sensitivity as shells of revolution with large displacements was offered. This approach is based on the using of L. S. Pontryagin's principle maximum and this is an effective means of solving the problem of the optimal design forms of median surface shells with predetermined properties.

Keywords: rotation shell, large displacement, optimization of shapes, corrugated membrane, numerical algorithm.

Вступ. Гнучкі оболонкові елементи, зокрема, гофровані мембрани, сільфони та ін., часто використовуються у різних вимірювальних приладах як чутливі пружні елементи. Чутливість приладу, що містить такий пружний елемент [1], визначається кутом нахилу характеристичної кривої, що виражає залежність між прогином w у центрі і навантаженням q_n . При цьому така пружна характеристика у значній мірі залежить від профілю, тобто форми серединної поверхні оболонки, що створює мембрану. Зокрема, збільшення глибини гофри для кругової гофрованої мембрани синусоїдального профілю (що відповідає більшій довжині серединної поверхні оболонки, яка створює мембрану) дозволяє збільшити довжину лінійної ділянки її пружної характеристики [5, 6], а найбільшу чутливість з класу круглих мембран має пружна гнучка пластинка. У той же час суттєвим недоліком такої пластинки, як чутливого елемента, є значна нелінійність її пружної характеристики. Це призводить до того, що діапазон вимірюваних тисків за шкалою з рівномірною цілою поділки зменшується, а створення спеціальної шкали зі змінною ціною поділки негативно відбивається на точності відповідних вимірювань.

Таким чином, створення оболонкових елементів приладів високої чутливості та з широким діапазоном вимірюваних тисків є досить важливою прикладною задачею. Вирішення такої задачі може бути забезпечено лише шляхом вибору оптимального закону зміни форми серединної поверхні відповідного оболонкового елемента [1, 3, 8].

Основні співвідношення. Оскільки кругова гофрована мембрана, як чутливий елемент, може мати великі переміщення, то використовувались рівняння стану оболонок обертання довільного профілю, що враховують нелінійні складові другого порядку малості кута повороту

нормалі серединної поверхні та їх вплив на решту компонентів напружено-деформованого стану у вигляді [2, 9]

$$\begin{aligned}
 \frac{du}{ds} &= -\frac{\mu}{r} \cos(\theta + \vartheta_r) u - \vartheta_r \sin \theta + \frac{1}{Kr} \cos^2(\theta + \vartheta_r) (N_r r) + \\
 &\quad + \frac{1}{Kr} \sin(\theta + \vartheta_r) \cos(\theta + \vartheta_r) \frac{F(s)}{2\pi} + \cos(\theta + \vartheta_r) - \cos \theta + \vartheta_r \sin \theta, \\
 \frac{d\vartheta_r}{ds} &= \frac{1}{Dr} (M_r r) - \vartheta_r \frac{\mu}{r} \cos \theta + \frac{\mu}{r} (-\sin(\theta + \vartheta_r) + \sin \theta + \vartheta_r \cos \theta), \\
 \frac{d(N_r r)}{ds} &= \frac{K(1-\mu^2)}{r} u + \frac{\mu}{r} \cos(\theta + \vartheta_r) (N_r r) + \frac{\mu}{r} \sin(\theta + \vartheta_r) \frac{F(s)}{2\pi} - q_r r, \\
 \frac{d(M_r r)}{ds} &= \vartheta_r \frac{D(1-\mu^2)}{r} \cos(\theta + \vartheta_r) \cos \theta + \sin(\theta + \vartheta_r) (N_r r) + \frac{\mu}{r} \cos(\theta + \vartheta_r) (M_r r) - \\
 &\quad - \cos(\theta + \vartheta_r) \frac{F(s)}{2\pi} + \frac{D(1-\mu^2)}{r} \cos(\theta + \vartheta_r) (\sin(\theta + \vartheta_r) - \sin \theta - \vartheta_r \cos \theta), \\
 \frac{dw}{ds} &= -\frac{\mu}{r} \sin(\theta + \vartheta_r) u + \vartheta_r \cos \theta + \frac{1}{2Kr} \sin(2(\theta + \vartheta_r)) (N_r r) + \\
 &\quad + \frac{1}{Kr} \sin^2(\theta + \vartheta_r) \frac{F(s)}{2\pi} + \sin(\theta + \vartheta_r) - \sin \theta - \vartheta_r \cos \theta,
 \end{aligned} \tag{1}$$

де $s_0 \leq s \leq s_l$ – довжина меридіану; $r(s)$ – радіус паралельного круга; $r(s) = \int_0^s \cos(\theta(s)) ds$ при

$s=0$ $r(s) = r_0$; $\theta(s)$, $\theta^+(s) = \theta(s) + \vartheta_r(s)$ – кут між віссю обертання та нормаллю до недеформованої та деформованої поверхні, відповідно; ϑ_r – кут повороту нормалі до серединної поверхні в процесі деформації; u , w – радіальне та осьове переміщення; N_r – розпірне зусилля; M_r – згинаючий момент; $F(s)$, $q_r(s)$ – сумарна осьова та радіальна складові зовнішнього розподіленого навантаження; $K = Eh/(1-\mu^2)$, $D = Eh^3/(12(1-\mu^2))$ – жорсткість на розтяг та циліндрична жорсткість, відповідно; E , μ – модуль пружності і коефіцієнт Пуассона; $h(s)$ – змінна уздовж меридіану товщина стінки оболонки.

Слід звернути увагу на те, що система (1) отримана (див. [2]) відносно переміщень і зусиль в глобальній системі координат, коли сили і переміщення проектується не на дотичну і нормаль до меридіану, а на нормаль до осі симетрії оболонки і саму вісь, що надає можливості для розрахунку оболонок обертання з довільною формою меридіану без використання матриць переходу в точках з'єднання фрагментів оболонок різної геометрії, та, крім того, є досить зручний для опису вихідної геометрії серединної поверхні оболонки будь-якої конфігурації меридіану за допомогою функцій $r(s)$, $\theta(s)$.

Система рівнянь (1) доповнюється відповідною кількістю крайових умов

$$f_i(\bar{Y}(s_p)) = 0, \quad i = \overline{1,5}, \tag{2}$$

які відповідають різним варіантам закріплення торців оболонки (затиснення, шарнірне обпирання, вільний край) у початковій $s_p = s_0$ і кінцевій $s_p = s_l$ точках меридіану оболонки. Вектор змінних стану приймається у вигляді

$$\bar{Y}^T(s) = \{u, \vartheta_r, N_r r, M_r r, w\}.$$

а діючі напруження σ_1 , σ_2 і τ_{1z} можуть бути виражені, через компоненти фазових змінних у вигляді:

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= \frac{\cos \theta}{rh} (Nr) + \frac{12z}{rh^3} (M_1 r) + \frac{\sin \theta}{rh} \frac{F(s)}{2\pi}; \\ \sigma_2 &= \frac{E}{r} + \frac{Ez \cos \theta}{r} \vartheta + \frac{\mu \cos \theta}{rh} (Nr) + \frac{12\mu z}{rh^3} (M_1 r) + \frac{\mu \sin \theta}{rh} \frac{F(s)}{2\pi}; \\ \tau_{1z} &= \frac{3}{2h} \left(1 - \frac{4z^2}{h^2} \right) \left(\frac{\sin \theta}{r} (Nr) - \frac{\cos \theta}{r} \frac{F(s)}{2\pi} \right).\end{aligned}\quad (3)$$

Обмеженнями міцності служать умови

$$\max_z \sigma_i \leq [\sigma], \text{ де } \sigma_i = \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1 \sigma_2 + \sigma_2^2 + 3\tau_{1z}^2}; \quad (4)$$

У подальшому приймається, що найбільші напруження виникають на поверхні оболонки $z = \pm h/2$.

Далі розглядається задача оптимізації для випадку жорстко затиснутої за зовнішнім контуром гофрованої мембрани, з жорстким центром, напружено-деформований стан якої визначається системою диференціальних рівнянь (1) з крайовими умовами

$$u(r_0)=0; \quad \vartheta_r(r_0)=0; \quad u(r_1)=0; \quad \vartheta_r(r_1)=0; \quad w(r)_1=0, \quad (5)$$

де r_1, r_0 – зовнішній радіус мембрани і жорсткого центру, відповідно.

У зв'язку з невизначеністю функцій $r(s)$, $\theta(s)$ (у зв'язку з тим, що $\theta(s)$ є варійованою функцією), доцільно перейти до інтегрування системи (1) за змінною r . При цьому $dr = \cos \theta ds$.

Задача проектування гофрованої мембрани найбільшої чутливості формулюється як задача теорії оптимальних процесів [10] і полягає у відшуванні оптимального керування, за яке обирається кут $\theta(r)$ між віссю оболонки і нормаллю до її серединної поверхні у недеформованому стані, із умови максимуму прогину у центрі. Який може бути поданим із останнього рівняння системи (1) з урахуванням умови $w(r_1) = 0$ у вигляді

$$\begin{aligned}w(r_0) &= - \int_{r_0}^{r_1} \left(-\frac{\mu}{r} \sin(\theta + \vartheta_r) u + \vartheta_r \cos \theta + \frac{1}{2Kr} \sin(2(\theta + \vartheta_r))(N_r r) + \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{Kr} \sin^2(\theta + \vartheta_r) \frac{F(s)}{2\pi} + \sin(\theta + \vartheta_r) - \sin \theta - \vartheta_r \cos \theta \right) \cos \theta dr.\end{aligned}\quad (6)$$

Також обмеження накладаються на максимальні напруження в мембрані (4) і на довжину дуги радіального перерізу. Наявність цього обмеження обумовлена намаганням мембрани у процесі оптимізації виродитись у гладку пластинку, яка дійсно має найбільшу чутливість, але її пружна характеристика має, як зазначалось вище, значну нелінійність.

Форма серединної поверхні оболонки задається у вигляді неперервної функції $y = y(r)$ з обмеженнями

$$-y^* \leq y(r) \leq y^*. \quad (7)$$

При цьому $tg \theta = dy/dr$, що дозволяє легко обчислити $\sin \theta$ і $\cos \theta$ у рівняннях (1), а довжина меридіану мембрани може бути подана у вигляді

$$L = \int_{r_0}^{r_1} \sqrt{1 + y'^2} dr = \int_{r_0}^{r_1} \sqrt{1 + tg^2 \theta} dr. \quad (8)$$

Оскільки розв'язування нелінійної крайової задачі (1) з граничними умовами (2) ускладнюється тим, що коефіцієнти (1) є суттєво нелінійними від змінної $\mathcal{G}_r(r)$, проводиться лінеаризація системи рівнянь (1), (2) у вигляді

$$\frac{d\bar{Y}}{dr} = A(\bar{Y}(r)) \times \bar{Y} + B(\bar{Y}(r)), \quad (9)$$

де частина нелінійних складових відноситься до матриці коефіцієнтів системи $A(\bar{Y}(r))$ (як аналогу методу змінних параметрів пружності), а частина – до стовпця вільних складових $B(\bar{Y}(r))$ (як аналогу методу додаткових навантажень) з подальшим застосуванням методу прогонки з ортогоналізацією за С. К. Годуновим для інтегрування лінійних крайових задач (9), (2) на окремих кроках послідовних наближень [4, 9]

Розв'язування задачі здійснюється з використанням необхідних умов оптимальності у формі принципу максимуму Понтрягіна [10]. Гамільтоніан задачі має вигляд

$$\begin{aligned} H = & - \left(-\frac{\mu}{r} \sin(\theta + \mathcal{G}_r) u + \mathcal{G}_r \cos \theta + \frac{1}{2Kr} \sin(2(\theta + \mathcal{G}_r)) (N_r r) + \right. \\ & \left. + \frac{1}{Kr} \sin^2(\theta + \mathcal{G}_r) \frac{F(s)}{2\pi} + \sin(\theta + \mathcal{G}_r) - \sin \theta - \mathcal{G}_r \cos \theta \right) \cos \theta + \\ & + \lambda_1 \frac{du}{dr} + \lambda_2 \frac{d\mathcal{G}_r}{dr} + \lambda_3 \frac{d(N_r r)}{dr} + \lambda_4 \frac{d(M_r r)}{dr} + \nu \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \theta}, \end{aligned} \quad (10)$$

де функції $\lambda_i(r)$ ($i = \overline{1,4}$) відшукуються шляхом розв'язування спряженої крайової задачі для системи звичайних диференціальних рівнянь

$$\frac{d\lambda_i}{dr} = -\frac{\partial H}{\partial y_i} \quad (i = \overline{1,4}), \quad (11)$$

з крайовими умовами трансверсальності, які з урахуванням (5) мають вигляд

$$\lambda_3(r_0) = 0; \quad \lambda_4(r_0) = 0; \quad \lambda_3(r_1) = 0; \quad \lambda_4(r_1) = 0; \quad (12)$$

Тут ν – множник Лагранжа, що визначається з умов виконання (8), а в (10) замість du/dr , $d\mathcal{G}_r/dr$, $d(N_r r)/dr$, $d(M_r r)/dr$ повинні бути вписані праві частини рівнянь (1).

Оптимальне керування $\theta(r)$ відшукується з умови максимуму гамільтоніана (10) $\sup_{\theta(r)} H$

для всіх $r_0 \leq r \leq r_1$; а товщина стінки мембрани визначається з виконання умов міцності (4).

Розв'язування задачі оптимізації форми кругової гофрованої мембрани найбільшої чутливості здійснюється за допомогою запропонованого в [7] алгоритму методу послідовних наближень:

1) задається деяке початкове наближення для варійованої функції $\theta^0(r)$, що задовольняє умові заданої довжини меридіану мембрани (6). Досить зручними для цього виявились початкові наближення для мембрани синусоїдального профілю з певною кількістю гофрів, що задовольняє умові (6);

2) розв'язується крайова задача для основної системи нелінійних рівнянь (1), (5) і відшукується $\bar{Y}^0 = \{u^0(r), \mathcal{G}_r^0(r), (Mr)^0, (Nr)^0, w^0\}^T$;

3) після підстановки \bar{Y}^0 в систему (11), (12) обчислюються $\lambda_i^0(r)$ ($i = \overline{1,4}$);

4) оптимальне керування $\theta^k(r)$ $\{k = k + 1\}$ наступного кроку наблизень відшукується для кожної із вузлових точок інтегрування (1), (5) та (11), (12) одним із відомих методів одновимірної оптимізації. У найпростішому випадку для визначення $\theta^k(r)$ для всіх вузлових точок $r_0 \leq r \leq r_1$ з урахуванням (7) досить надійним виявився метод сканування зі змінним кроком, а для обчислення множника Лагранжа v із умов виконання (8) – метод релаксації;

5) при відхиленні функції $\theta^{k+1}(r)$ від $\theta^k(r)$ для двох послідовних кроків більше заданої похибки, здійснюється перехід на виконання п.2.

На цьому етапі доцільним виявилось застосування методів прискорення збіжності ітераційного процесу, розроблених в [9], що ґрунтується на спільному застосування методу релаксації та алгоритму Ейткена – Стеффенсена [11], а також поступового збільшення точності розрахунків з глибиною ітераційного процесу.

Висновки. Таким чином, у поданій роботі розроблено досить загальний алгоритм визначення конфігурації серединної поверхні гофрованих мембран найбільшої чутливості, що ґрунтується на застосування методів теорії оптимальних процесів.

Отримані результати числових розрахунків дозволяють зробити висновок про ефективність спроектованих мембран з оптимальною кількістю та глибиною гофрів. Їх використання (див. [5]) дозволяє підвищити чутливість вимірювальних приладів і покращити їх якість, розширивши діапазон вимірюваних тисків у межах лінійної характеристики чутливого елемента. Таким чином, обговорюваний підхід, що ґрунтується на використанні апарату принципу максимуму Л. С. Понтрягіна [10], може бути ефективним засобом розв'язуванням широкого кола задач оптимального проектування форми серединної поверхні оболонок з наперед заданими властивостями.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андреева Л. Е. Упругие элементы приборов / Л. Е. Андреева. – М.: Машгиз, 1962. – 456с.
2. Бидерман В. Л. Механика тонкостенных конструкций / В. Л. Бидерман. – М.: Машиностроение, 1977. – 488с.
3. Варвак П. М. Оптимизация геометрической формы осесимметричной гофрированной мембраны / П. М. Варвак, Н. М. Медведева, А. В. Перельмутер // Нелинейные задачи строительной механики. Оптимизация конструкций. – Киев: КИСИ. – 1978. – С.61–64.
4. Годунов С. К. О численном решении краевых задач для систем линейных обыкновенных дифференциальных уравнений / С. К. Годунов // Успехи математических наук. – 1961. – Т. 16. – Вып. 3 (99). – С. 171 – 174.
5. Дзюба А. П. Гофрированная мембрана синусоидального профиля – Авторское свидетельство №1170295 / А. П. Дзюба, Л. Д. Левитина // Открытия и изобретения. – 1985. – №28. – С.156.
6. Дзюба А. П. Оптимизация формы круглых пластин и оболочек вращения / А.П. Дзюба, Л.Д. Левитина. – Дн-ск, 1985. – 124 с.
7. Дзюба А. П. Метод послідовних наблизень розв'язування задач оптимального керування з обмеженими фазовими координатами для оптимізації силових елементів конструкцій / А. П. Дзюба // Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій: Зб. наук. праць – Дн-ськ: Навчальна книга. – 1999. – Т.5. – С.61–85.
8. Дзюба А. П. Розрахунок та оптимізація форми меридіану оболонок обертання як чутливих елементів манометричних пристроїв / А. П. Дзюба, Л. Д. Левитина, І. А. Філяшина // Методи розв'язування прикладних задач механіки деформівного твердого тіла: Зб. наук. праць. – Дн-ськ. – Вип. 5. – 2003. – С. 40-46.
9. Дзюба А. П. Алгоритми прискорення збіжності ітераційних процесів розрахунку оболонок обертання складної форми меридіану при великих переміщеннях / А. П. Дзюба, І. А. Сафронова // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Сер.: Механіка. – Т. 2. Дн-ск: Вид-во ДНУ. – 2015. – Вип. 19. – С. 38–55.
10. Понтрягин Л. С. Математическая теория оптимальных процессов / Л. С. Понтрягин, В. Г. Болтянский, Р. В. Гамкрелидзе, Е. В. Мищенко – М.: Наука, 1969. – 384 с.
11. Шаманский В. Е. Методы численного решения краевых задач на ЭЦВМ / В. Е. Шаманский. – К.: Наукова думка, 1963. – Ч. 1. – 196 с., 1966. – Ч. 2. – 244 с.

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРИ МЕДИ СО ШЛАКАМИ МЕТОДОМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА РАЗЛИВА КОНВЕРТЕРНЫХ ШЛАКОВ ПРИ СЛИВЕ

ассистент Каримова Т. П.
к. т. н., доцент Самадов А. У.
ст. преподаватель Саидова М. С.
д. т. н., профессор Юсупходжаев А. А.
магистрант Хожиев Ш. Т.

Республика Узбекистан, город Ташкент, Ташкентский Государственный Технический
Университет имени А. Р. Беруний, кафедра «Металлургия»

Abstract. The article consists of metallurgical problem about development of technologies decreasing of copper loss with slag and its methods which help to improve this index with automation of process of casting of converter slag. It has been shown what main factors which negatively impacting to casting process of slag.

The objective of this work is to develop an effective processing of copper converting process of copper mattes melting that would establish a control, regulation, distribution of copper and other valuable components between melting products. As results of this scientific research it has been installed what electro-conductivity of slag bonds to concentration of copper into its and it is agree that control this process can decrease of copper loss with converter slags. According to taken results implementing this research on an industrial scale, it will increase the quality and the coefficient of productivity of the copper.

Keywords: copper, matte, slag, converting, automation of casting process.

Введение. Алмалыкский горно-металлургический комбинат, как и большинство заводов мира, применяет классическую пирометаллургическую схему производства черновой меди, которая включает в себя:

- плавку шихты на штейн в отражательной печи;
- плавку шихты на штейн в печи кислородно-факельной плавки;
- конвертирование штейнов.

При такой технологической схеме одним из побочных продуктов производства являются техногенные отходы:

- шлаки отражательной плавки;
- шлаки кислородно-факельной плавки;
- конвертерные шлаки.

Шлаки медного производства содержат от 0,45 до 3,5 % Cu и не являются отвальными. Шлаки КФП и отражательной плавки частично перерабатываются флотацией, а большая их часть складывается до создания экономически выгодной технологии их переработки. Конвертерный шлак, содержащий до 3,5 % меди, является оборотным продуктом и, в большей части, перерабатывается в отражательной печи. Однако при этом практически все технико-экономические показатели отражательной плавки существенно ухудшаются. Кроме того, при такой технологической схеме значительное количество меди находится в незавершенном производстве в виде балластного оборота между конвертером и отражательной печью [1].

Объекты и методы исследования. Анализ основных факторов влияющих на потери меди со шлаками при конвертировании медных штейнов показало что, при пирометаллургическом способе получения меди образуется большое количество шлаков, превышающих по объёму во много раз полученный ценный компонент. Хотя содержание меди в шлаке относительно невелико, общие потери составляют внушительную цифру.

За последние годы в этой области достигнут существенный прогресс. Это объясняется тем, что проблема изучения физико-химических свойств и природы шлаковых расплавов привлекла к себе пристальное внимание широкого круга специалистов различного профиля: физико-химиков, металлургов, обогащателей, химиков [2].

Кардинальным решением снижение потери меди конвертерных шлаков являются воспользование электропроводимости шлаков так как в нем находится значительное количество меди

с которым можно регулировать процесса разлива шлака из конвертора при котором изменяется ЭДС (Электро движущая сила) в датчике и в который сигнал остановки двигателя поворота конвертора.

Для исследования процессов, протекающих в слое шихтовых материалов при его нагреве, определяли изменение электрического сопротивления образца, приготовленного из исходных компонентов. Электросопротивление замеряли с помощью схемы вольтметр-амперметр, дающий возможность замерять сопротивление цепи непрерывно и с большой точностью. Схема установки приведена на рис. 1. Питание схемы осуществляли от сети переменного тока через генератор сигналов ГЗ-7А. Генератор позволяет регулировать выходное напряжение от 100 мкВ до 30 В, а частоту в пределах от 20 Гц до 10 МГц.

Выходное напряжение генератора контролировали ламповым милливольтметром ВЗ-5. Диапазон измеряемых напряжений изменяется от 10 мкВ до 1 В. При необходимости установления в схеме напряжения выше 1 В, милливольтметр отключали и выходное напряжение установили по милливольтметру, вмонтированному в генератор.

Ток в цепи измеряли с помощью электронного миллиамперметра Ф-58. При необходимости измерения более малых действующих значений тока, был использован миллиамперметр Ф-58, позволяющий производить замеры с 0,001 мА.

Для измерения электрического сопротивления электроды вводили внутрь образца. Ввод электродов отдельно в ядро и в оболочку позволял контролировать процессы во весь объем образца. Ядро и оболочку образца, с целью изучения процессов их взаимодействия при нагреве и расплавлении, изготавливали из различных исходных материалов. Ввод обоих электродов в ядро образца даёт возможность получать информацию о параметрах химического взаимодействия и расплавления в центре исследуемых материалов в условиях их защищенности от воздействия внешней среды [3].

Особое внимание было уделено выбору материала для электродов. К нему были предъявлены следующие требования:

- низкая величина собственного электросопротивления;
- слабое влияние на характеристики материала температуры и состава газовой фазы;
- низкая реакционная способность по отношению к материалам, составляющим шихту.

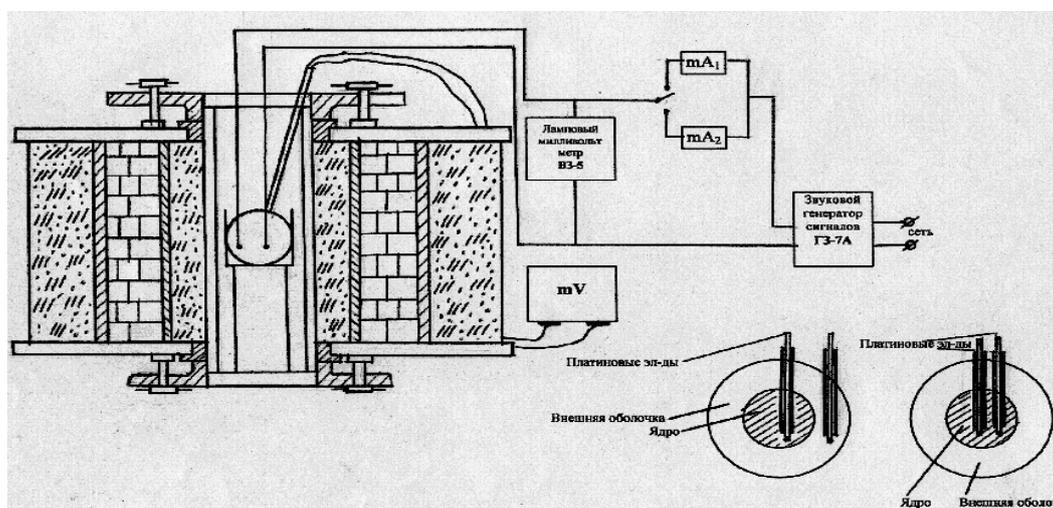


Рис. 1. Установка для определения электросопротивления материалов и схема ввода электродов в образец.

Больше всего этим требованиям удовлетворяет платина. Платиновые электроды вводили в образец в кварцевых чехлах и лишь концы электродов были не защищены.

Целью предлагаемого проекта является сокращение потерь меди с конвертерными шлаками.

Одной из статей потерь меди с конвертерными шлаками, являются потери при сливе конвертерного шлака, так как на сегодняшний день нет разработанного метода контролирующего процесс завершения слива шлака и начала слива белого матта или черновой меди.

У этой схемы одним из уязвимых мест является слив конвертерного шлака по окончании первого периода процесса.

Результаты и их обсуждение. Определения момента окончания слива шлака производится визуально по незначительному изменению цвета расплава. Эта методика крайне

ненадежна, в значительной мере субъективна и в основном, зависит от квалификации рабочего. Работа в ночные смены, усталость и другие факторы, при такой постановке дела, играют значительную роль в потере меди с конвертерными шлаками. Трудность определения момента окончания слива шлака и начала слива штейна приводит к тому, что содержание меди в шлаке достигает 2,5 – 3,5 %, хотя начальный момент слива её содержания не превышает 1,0 – 1,5% . Автоматизация процесса может значительно снизить и уменьшит баланс оборот металла.

Нами разработана система автоматического определения момента окончания слива шлага и предотвращения слива богатой массы в шлаг. В основе разработанной системы лежит принцип резкого скачка электропроводности расплава при переходе от шлаковой к штейновой (металлической) проводимости.

К нижней части горловины конвертера крепятся по две проушины с каждой стороны. В эти проушины вставляются два электрода таким образом, чтобы при сливе шлака они оказывались омываемым нижней частью струи. Между электродами остается промежуток, величина которого определяется при расчете элементов электрической цепи.

Принцип работы электрической схемы следующий. На электродный сигнализатор подается переменное напряжение 220 В. В сигнализаторе происходит его понижение посредством трансформатора до 12 В и это напряжение подается на электронную пару.

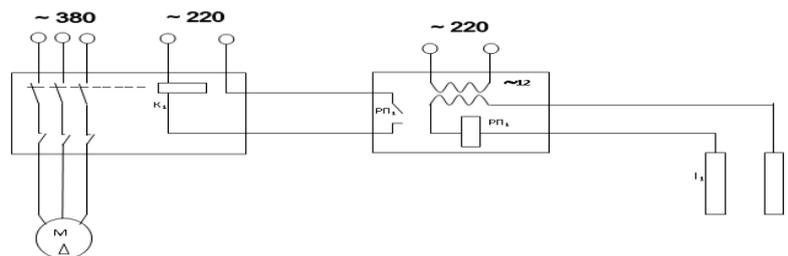


Рис. 2. Принцип работы электрической схемы

В электрическую цепь включено реле, которое отрегулировано таким образом, что срабатывает только при повышении проводимости сверх установленного значения. При этом контакт от реле автоматически включает в действие контактор магнитного пускателя приводом конвертера. Поворотом конвертера можно регулировать скорость струи, а также полностью прекратить слив шлака. Чувствительность реле градуируется по известным значениям электропроводности шлака в зависимости от содержания в нем меди.

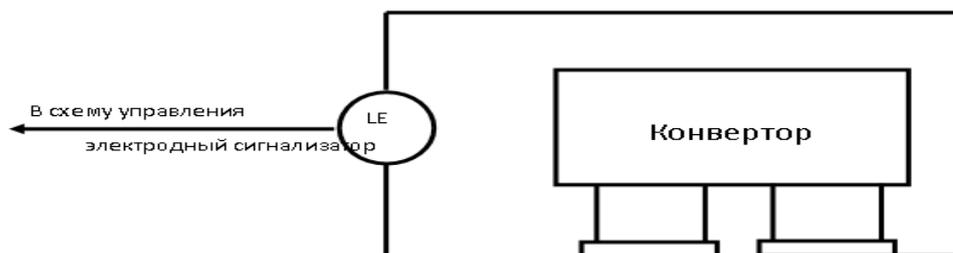


Рис. 3. Схема подачи сигнала

По окончании слива шлака электроды вынимаются из проушин и производится запуск конвертера в работу.

Практическое использование разработанной системы значительно сократит содержание меди в конвертерном шлаке, уменьшит балластный оборот металла в цикле плавка – конвертирование - отражательная печь, повысит комплексное использование сырья, уменьшит себестоимость продукции.

Выводы:

1. При конвертирования медных штейнов образуется огромное количество шлаков, который содержит значительный количество ценных компонентов.
2. Установлено, что потери меди с конвертерными шлаками при разливе шлака из конвертера.

3. Установлено, что электропроводимость шлака зависит от концентрации меди в нем и согласно контролирования этого явления возможно снизит потери меди с конвертерными шлаками в производстве меди.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.С. Хасанов, К.С. Санакулов, А.А. Юсупходжаев. *Металлургия цветных металлов*. Ташкент, «Фан». 2009. – 283с.
2. К.К. Kelly. *Data on theoretical Metallurgy: High temperature heat capacity and Entropy data for elements and inorganic compounds*. Bur. Mines, Bull. 2015. P. –584.
3. O. Kubaschewski, E.L. Evans. *Metallurgical Thermo-chemistry: 3rd ed.* Pergamon Press, New York. 2012. P. 32 – 35.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ СУЛЬФИДНЫХ МЕДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ В ПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ

*Худояров С. Р.,
Юсупходжаев А. А.,
Маткаримов С. Т.,
Ахмаджонов А.,
Алимов У. Б.*

Узбекистан, Ташкент, Ташкентский государственный технический университет

Abstract. В статье сделан анализ современного состояния технологии получения медного купороса и возможности её усовершенствования с использованием различных техногенных образований. Показано, что при получении медного купороса вместо дорогостоящих медных гранул может быть использована пыль электрофильтров комплекса кислородно-факельной плавки.

Эффективность переработки сульфидного концентрата в плавильных печах в значительной степени зависит от полноты и комплексности использования полупродуктов и отходов производства. Одним из таких оборотных материалов является пыль плавильной печи. В этих пылях содержится значительное количество меди, свинца, цинка и других ценных составляющих.

По принятому технологическому регламенту, эта пыль для переработки загружается в кислородно-факельную печь. Часть пыли вновь выносится из печи воздушным потоком и приводит к балластному обороту материалов. Пыль, будучи холодной, нарушает тепловой режим плавки. Кроме того, пыль экранирует реакционную поверхность сульфидов и снижает протекание экзотермических реакций. Всё это свидетельствует о том, что гораздо целесообразнее пыль перерабатывать в отдельном цикле. На наш взгляд это целесообразно сделать при производстве медного купороса. Это даст возможность увеличить производительность печи КФП на 10-15%, повысит автогенность процесса и конечном счёте снизить безвозвратные потери меди с отходами и полупродуктами производства [1].

Производство медного купороса является составной и неотъемлемой частью технологической схемы электролиза. Используя электролит, оно позволяет осуществлять необходимое регулирование состава электролита в катодном участке, как по содержанию в нём меди, так и по содержанию вредных примесей, обеспечивая тем самым выпуск высококачественных катодов.

При переработке электролита на медный купорос одновременно утилизируются загрязнённые маточные растворы третьей кристаллизации купороса, в результате которых получают некондиционные продукты: электролитная медь, водные медно-никелевые соли. Некондиционная электролитная медь направляется на переплавку в анодный участок МПЗ, а соли как полупродукты производства складываются, или, при наличии потребителей отгружаются на никелевые заводы.

В процессе производства медного купороса в качестве исходных технологических материалов используются: электролит катодного участка, растворы от обезмеживания шлама, промывные воды купоросного производства, конденсат и медные гранулы. Медные гранулы расходуются для нейтрализации серной кислоты, содержащейся в поступающем на переработку электролите.

Применяемые гранулы должны содержать не менее 99,6% меди, т.е. должен использоваться высококачественный металл. Высокая стоимость данного металла увеличивает себестоимость готовой продукции и снижает её конкурентоспособность на мировом рынке [2].

Нами была сделана попытка найти заменитель медных гранул на более доступный, дешёвый материал. Желательно, чтобы это был одним из техногенных отходов металлургического производства. Произведённый анализ всей технологической цепи аппаратов медеплавильного завода позволил установить, что в качестве такого материала могла бы быть пыль электрофильтров комплекса кислородно-факельной плавки [3].

Данная пыль имеет следующий химический состав, %: Cu 19,7; Pb 1,63; Zn 1,04; S_{общ} 12,4; S_{SO₄} 11,7; SiO₂ 3,6; Al₂O₃ 2,1; Fe 21,1.

Количество загружаемой пыли достигает до 10% от веса шихты. Эта пыль снова выносится из печи, улавливается в электрофильтре и возвращается в голову процесса.

В лабораторных условиях нами была изучена возможность гидрометаллургической переработки пылей. Учитывая сложность фазового состава пылей и наличие в нём большого количества сульфатной серы, мы исследовали возможность выщелачивания меди различными растворителями.

Опыт проводили в стеклянном стакане (ёмкость 250 мл) с магнитной мешалкой. Температура пульпы менялась от 20⁰ до 90⁰, время выщелачивания 40-100 мин, Т:Ж = 1:3-5.

В первой серии экспериментов мы исследовали возможность выщелачивания меди обычной водой. Было установлено, что пыль КФП, улавливаемая электрофильтрами, достаточно легко выщелачивается водой с извлечением в раствор меди. Так, в оптимальных условиях выщелачивания: температура 80⁰С, время 70 мин, Т:Ж = 1:5 извлечение меди составляет 75%, а железо на 80% осталось в кеке.

Получаемые в процессе водного выщелачивания медьсодержащие растворы по содержанию основного металла пригодны для электровыделения меди, или же могут быть направлены на получение медного купороса.

Выводы:

1. Проведён анализ современного сострояния технологии получения медного купороса на Алмалыкском медеплавильном заводе и возможностей увеличения её конкурентоспособности.

2. Изучена возможность переработки пылей печи кислородно-факельной плавки и возможности её переработки в отдельном цикле.

3. Исследована технология переработки пылей электрофильтров КФП методом водного выщелачивания.

4. Показано, что пыль КФП может быть переработана гидрометаллургическим способом с выделением меди в готовый продукт или использованием раствора для получения медного купороса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ким В.В., Юсупходжаев А.А., Сайназаров А.М. Определение оптимального режима кислородно-факельной плавки сульфидных медных концентратов // Горный журнал. – М.: «Руда и металлы», 2009. - № S1. – С. 68-71.

2. Якубов М.М., Шообидов Ш.А., Юсупходжаев А.А., Халматов М.М., Негматов С.С. Разработка и освоение технологии снижения содержания меди в отвальных шлаках медеплавильного производства Алмалыкского ГМК. // Горный журнал. – М.: «Руда и металлы», 2009. - № S1. – С. 78-79.

3. Юсупходжаев А.А., Худояров С.Р., Валиев Х.Р., Хасанов А.С., Халматов М.М. Совершенствование переработки конвертерных шлаков медеплавильного производства. // Горный журнал. – М.: «Руда и металлы», 2009. - № S1. – С. 75-77.

ПОВЫШЕНИЕ КОМПЛЕКСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫРЬЯ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ СУЛЬФИДНЫХ МЕДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

*доктор технических наук, профессор Юсупходжаев А. А.,
ассистент Мирзажонова С. Б.,
магистрант Хожиев Ш. Т.*

*Республика Узбекистан, город Ташкент, Ташкентский Государственный
Технический Университет имени А.Р. Беруни, кафедра «Металлургия»*

Abstract. *The main problems of increasing complex-using from raw materials during processing of copper sulfide concentrates have been shown in this article. In implementing this process on an industrial scale, it is recommended for decreasing amount of copper in slag with method of working with different reducing-sulfiding materials. As these components it has been installed what addition different secondary technogenic products of local industrial enterprises which consist of copper and other valuable components for changing physical and chemical properties of slags and lower general losing of copper.*

Involving this materials to processing helps to metal producing plants for extending base of raw materials. The main purpose of this research is increasing of complex-using from metallurgical raw materials and to develop of resource saving technology in non-ferrous metallurgy. According to taken results implementing this research on an industrial scale, it will increase the quality and the coefficient of productivity of the copper.

Keywords: *technology, complex-using from raw-materials, copper sulfide concentrate, slags, reducing agent, sulfiding agent, industrial wastes.*

Отличительной особенностью современной металлургии Узбекистана является повышение комплексности использования сырья, утилизация всех ценных компонентов и охрана окружающей среды. Это прежде всего вызвано тем обстоятельством, что запасы первичных и легко перерабатываемых руд неуклонно снижаются. Кроме того, содержание ценных компонентов в них снижается и добывать руды приходится проводить из больших глубин. Это увеличивает расходы на транспортировке сырья до перерабатывающих предприятий и снижает их конкурентоспособность. Особенно это заметно в условиях мирового финансово-экономического кризиса, когда мировые цены на металл снижаются.

По существующей технологии в горно-металлургической отрасли образуется большое количество отходов конкретного производства, которых можно объединит в группу вторичных техногенных образованию. К ним в первую очередь относятся вскрышные породы горного производства, хвосты флотации медных и свинцово-цинковых руд, шлаки медного производства, клинкер от вельцевания цинковых кеков и многие другие. Эти материалы содержат цветные, благородные материалы и фактически находятся вне производственного цикла. Вовлечение их в переработку позволит значительно расширить сырьевую базу промышленных предприятий без увеличения капитальных затрат на геологические и горные работы.

Так, в настоящее время в хвостохранилищах Алмалыкского горно-металлургического комбината накоплено свыше 1 млрд. т хвостов обогатительных фабрик с содержанием меди 0,07 – 0,112 %. В них находится свыше 800 тыс. т меди, 10 тыс. т молибдена, 182 т рения, 500 тыс. т цинка и много других ценных компонентов.

В отходах пирометаллургического производства меди уже накоплено свыше 10 млн. т отвальных шлаков отражательного передела и кислородно-факельной плавки. Даже при среднем содержания меди в них около 0,60 %, можно подсчитать, что в народно-хозяйственный оборот не вовлечено свыше 70 тыс. т меди. Ежедневно таких шлаков дополнительно образуется свыше 1000 т.

В специальных хранилищах накоплены десятки тысяч тонн твердых конвертерных шлаков, в которых содержание меди составляет 2,5 – 3,5 %. Особенно следует отметить, что ежегодно таких шлаков дополнительно образуется около 24000 тонн. Значимость этих цифр наглядно верно, если сравнит их с содержанием меди в исходной руде, которое составляет 0,37 – 0,42%.

Клинкер цинкового производства содержит свыше 2,2 % меди, 2,4 % цинка, 0,01 % кадмия, 5 – 8 г/т золота, 250 – 500 г/т серебра и много других ценных компонентов. Около 300

тыс.т такого клинкера уже накоплено в отвалах, причем, при полной загрузке цинкового завода, в год образуется дополнительно около 70 тыс.т такого ценного материала [1].

Хвостохранилища и, особенно, шлаковые отвалы наступают на пригородную территорию, занимают тысячи гектаров сельхозугодий, загрязняют воздушный бассейн и уродуют ландшафт. Оценка ущерба от загрязнения окружающей среды приводит к значительному расширению границ экономической целесообразности создания и применения безотходной технологии. С учетом этого обстоятельства, безусловно, возрастает экономическая эффективность комбинирования производства и возникают новые критерии для формирования производственных структур в промышленности, связанных с охраной окружающей среды [2].

На Алмалыкском горно-металлургическом комбинате медные шлаки перерабатывает методом флотации. Прочем применяется технология, ближе к обогащению первичных медьсодержащих руд. Флотация шлаков имеет ряд существенных недостатков. Среди них необходимо отметить следующие:

- Шлаки являются более твердыми, чем руды, вследствие чего возникают трудности при дроблении и измельчении. При измельчении шлаков, по сравнению с рудой, расходуется несколько больше электроэнергии. Кроме того, при измельчении шлаков возрастает износ футеровки мельниц, что приводит к частому останову оборудования на капитальный ремонт. Необходимо также отметить, что медь в шлаке находится в сульфидной, оксидной и металлических формах. При флотации выделяется, в основном, сульфидная составляющая и только та ее часть, которая соответствует флотационной крупности. Все это приводит к достаточно небольшим значениям извлечения меди из шлаков при флотации.

Известно, что шлаки можно эффективно перерабатывать в жидком состоянии и в момент их образования. Именно это направление исследований нами выбрано с целью разработки технологии максимально возможно выделения меди из шлаков.

Существенное обезмеживание достигается при активном изменении состава, структуры и свойств шлаков. В плане решения данной сложной проблемы, нами были разработаны основные концепции, определяемые необходимыми требованиями к разрабатываемой технологии, а именно:

- технология должна быть ресурсосберегающей и использовать в качестве исходных материалов только местные недефицитные компоненты;
- технология должна обеспечить отсутствие загрязнения окружающей среды продуктами плавки за пределами допустимых норм;
- технология должна иметь перспективы дальнейшего перехода к малоотходной;
- реализация технологии должна осуществляться на действующем оборудовании при минимальном изменении технологического регламента и реконструкции сооружений.

Успешное выполнение этих рекомендаций позволит Алмалыкскому ГМК стать предприятием с законченным металлургическим циклом, экологически чистым по металлургическому переделу, достигнуть высоких технико-экономических показателей и перейти к освоению безотходной технологии.

Теоретическое исследование по переработке медных шлаков и анализ практической работы медеплавильных заводов позволил установить, что успех обеднительного процесса во многом определяется решением следующих проблем:

- восстановление магнетита шлака до FeO;
- корректировка состава шлака и работа на оптимальном содержании таких компонентов как SiO₂, CaO, Fe₃O₄ и другие;
- сульфидирование окисленных соединения меди и перевод их в штейновую фазу;
- барботирование расплава с целью создания условия для коалесценции мелких капель штейна;
- перевод мелких капель штейна в донную фазу перемешиванием с извлекающей фазой;
- связывание серы в конденсированную фазу, что позволяет одновременно снизить до допустимого предела десульфуризацию и перевести её в штейн.

В плавильной печи восстановление магнетита возможно в результате протекания следующих реакций [3]:





которые интенсифицируются в присутствии кварцевого флюса:



Для решения проблемы обеднения медных шлаков в реальных условиях Алмалыкского комбината, могут быть использованы следующие материалы:

- твердые углеродосодержащие восстановители (коксик, уголь, клинкер Алмалыкского цинкового завода);
- газообразное и жидкое топливо;
- восстановители, содержащие цветные металлы с высоким сродством к кислороду (алюминиевые отходы);
- гипс от нейтрализации стоков медеплавильных заводов;
- фосфогипс – отходы Алмалыкского химического завода.

На кафедре “Металлургия” Ташкентского государственного технического университета были проведены исследования по обеднению медных шлаков в сериях, включающих различные техногенные образования и полупродукты местных промышленных предприятий.

Подбор этих материалов производили с учетом решаемых нами задач по восстановлению магнетита, сульфидирования окисленных соединений меди, барботированию жидкой ванны, получение шлака оптимального состава и свойств. Из многочисленных источников сырья предпочтение отдавали тем материалом, в составе которых были медь, благородные металлы и другие элементы. Это дает возможность не только решить основную задачу извлечения меди из шлака, но и дополнительно получить ценные металлы.

Основным объектом исследований были шлаки медеплавильного производства Алмалыкского горно-металлургического комбината. При отборе пробы для исследований химическому анализу подвергали как лежалые накопленные, так и свежие образующиеся шлаки. Обращает на себя внимание большой разброс составов шлака, особенно по содержанию меди в них. В шлаках кислородно-факельной плавки содержание меди колеблется от 0,73 до 1,33 %, конвертерных шлаках – 1,60 – 3,56 %, отражательного предела – 0,29 – 0,72 %. Столь большой разброс составов шлака объясняется конкретными условиями проведения металлургических плавок и характером поступающего сырья. Представленные цифры являются средними из нескольких параллельных анализов и, поэтому, являются достаточно достоверными. В первой серии экспериментов мы выбрали конвертерные шлаки с наиболее часто встречающимися содержаниями меди в них в пределах 2,3 – 3,3 %.

В качестве основного восстановителя мы выбрали клинкер цинкового производства Алмалыкском горно-металлургического комбината. Этот выбор обусловлен как содержанием в нем ценных компонентов, так и его большой химической активностью. Состав клинкера представлен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав клинкера АГМК

№	Класс клинкера	Содержание, %										
		Cu	Zn	Pb	Fe	Cd	In	SiO ₂	As	Au	Ag	C
1.	КЛ-2	2,24	2,35	0,5	30,06	0,01	0,001	15	0,3	5-8 г/т	300-500 г/т	12,0
2.	КЛ-3	2,21	2,69	0,6	34,0	0,01	0,009	18	0,3	2-5	250-300 г/т	12,5

При проведении исследований были использованы большинство известных, широко распространенных, доступных методик и установок. Некоторые методики разработаны в ходе выполнения настоящих исследований [4].

На первом этапе работы мы исследовали влияние расхода клинкера на степень выделения меди из шлака. Пробные эксперименты показали, что расход клинкера в количестве 10 – 30 % от веса шлака снижает содержание меди в нем от 2,95 – 3,50 до 0,50 – 0,10 %. При этом содержания магнетита в шлаке снижается от 20,00 до 3,00 – 5,00 %. Для определения оптимального и эффективного расхода восстановителя в реальных условиях исследований расход клинкера изменялся в пределах от 5 до 25 % к весу исходного шлака.

Результаты лабораторных исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты по обеднению конвертерных шлаков клинкером АЦЗ (навеска шлака – 100 г) T – 1300° C, τ – 2 часа, Cu в шлаке – 2,3 %

№ п.п.	Загр. от вес шл. (Кл. АЦЗ)	Выход штейна, %	Содержание в штейне, %				Выход шлака, %	Содержание в шлаке, %						Извл Cu в шт., %
			Cu	Fe	S	Zn		Cu	Fe	SiO ₂	CaO	S	Zn	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	5	1,7	66,3	7,1	17,2	0,4	87,9	1,2	46,5	18,6	26,5	2,6	0,3	51,2
2	5	1,67	70,7	4,8	18,1	-	87,2	1,0	47,5	20,1	2,4	-	-	52,3
3	5	1,6	71,2	5,3	18,9	-	83,3	1,13	49	18,6	3,2	-	-	50,9
4	10	1,5	71,6	4,5	18,2	-	84,5	1,13	48,2	19,4	3,7	1,9	0,41	58,3
5	10	1,43	72,8	5,7	17,3	0,6	81,2	1,2	42,5	20,1	3,1	2,7	-	49,7
6	10	1,54	72,1	4,4	19,3	0,5	83,8	1,56	40,1	-	-	-	-	51,8
7	10	1,1	68,5	7,3	18,5	-	88,4	0,8	41,6	18,1	4,1	-	-	56,2
8	10	0,9	64,8	5,4	20,1	-	83,3	0,97	47,2	18,8	3,7	-	-	57,5
9	15	0,7	58,5	10,1	21,2	0,8	81,2	0,78	48,6	21,6	4,2	2,3	0,14	55,2
10	15	0,5	63,1	9,8	19,1	-	83,3	1,01	46,1	18,5	4,7	-	0,21	54,7
11	15	0,5	61,2	11,7	21	-	82,5	0,9	47,8	18,7	5,1	-	-	54,2
12	20	0,89	61,5	11,3	18,8	0,9	66,6	1,1	42,1	21,0	2,68	-	0,08	58,7
13	20	0,4	58,2	12,6	18,3	1,06	83,5	0,8	47,6	18,6	3,4	3,1	-	56,2
14	20	0,7	57,9	10,4	17,7	-	81,4	0,9	44,8	19,5	3,7	-	-	56,4
15	25	0,61	56,6	13,7	19,7	-	80,1	1,1	48,5	20,9	4,2	2,6	0,5	67,1
16	25	0,8	56,5	14	16,5	1,0	82,0	0,8	46,3	21,8	3,6	2,1	0,3	59,3
17	25	0,73	54,8	14,5	18,5	-	81,3	1,06	46,4	19,5	4,8	2,3	-	-
18	25	0,70	55,2	13,9	17,4	0,8	81,7	0,96	46,8	20,1	3,3	2,0	0,26	65,9

Примечание. Выход металлической фазы колеблется от 5 до 17 %, в нем содержится Fe-70 – 75 %, Cu-7 – 15 %, S-5 – 8 %.

Анализ данных в таблице 2 показывает, что в результате плавки получаются два продукта: сульфидно-металлический сплав меди и шлак. Причем сплав получается тягучим, с большой вязкостью и представляет собой материал, трудный для дальнейшей переработки. При этом извлечение меди в штейн составляет всего 51 – 66 %, что является достаточно низкими. Остаточное содержание меди в шлаке достаточно высокое (0,9 – 1,2 %), что требует дополнительной переработки.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что обработка шлаков только клинкером цинкового производства недостаточно для эффективного обезмеживания шлаков и требуется дополнительные исследования с использованием других компонентов и условий проведения процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хасанов А.С., Санакулов К.С., Юсупходжаев А.А. *Металлургия цветных металлов*. Ташкент, “Фан”. 2010. – 287 с.
2. Фоменко А.И. *Инженерная экология: экологическая безопасность предприятий металлургического комплекса*. “Инженерная экология”. № 6. 2001. с. 46 – 54.
3. Юсупходжаев А.А., Худояров С.Р., Валиев Х.Р., Хожиев Ш.Т., Матмусаев И.К. *Взаимодействия компонентов шихты при их нагреве в металлургических печах/ International Scientific and Practical Conference “World Science”/ N 11(15). Vol.1. November 2016. P.24 – 27.*
4. Ванюков А.В., Зайцев В.Я. *Шлаки и штейны цветной металлургии*. М.: “Металлургия”. 1969. с. 408.

RESEARCH OF NONLINEAR ELECTRIC CHAINS WITH TWO AND MORE NONLINEAR ELEMENTS IN SYSTEMS POWER SUPPLY

Burkhanhodzhayev A. M.,
Karimov R. Ch.

Uzbekistan, Tashkent, Tashkent state technical university

Abstract. Work it is devoted to research of autoparametrical fluctuations at a frequency of the third subharmonica in nonlinear electric chains by two nonlinear elements. Conditions and a zone of steady excitement of a subharmonica of the third order, and also critical parameters the subharmonicas of the third providing steady excitement an order are defined.

Keywords: nonlinear electric chains, nonlinear induktivnost, ferrezonansny contour, ferromagnetic element, subharmonica.

In the presents time development and introductions of effective and energy saving secondary power supplies for systems of automatic equipment, a sheaf is an actual task excitement and support of subharmonic fluctuations in nonlinear electric chains take a special place in the theory of nonlinear fluctuations and represent great theoretical and practical interest. In the analysis of the mixed nonlinear electric chain consisting from two consistently connected parallel the ferrezonansnykh of contours and eating from a source of tension (fig.1), as two connected fluctuations it is possible to take changes of streams $\psi_1(t)$ and $\psi_2(t)$ of two identical ferromagnetic elements.

At certain values of the C_1 , C_2 and g_1 parameters, g_2 automodulation fluctuations at a frequency close to the frequency of a required subharmonica can be excited in each oscillatory contour [2]. In the course of automodulation fluctuations nonlinear inductance can "transform" energy of high frequency to energy of frequency of self-modulation. Counter inclusion of secondary windings of nonlinear induktivnost excludes penetrating the main harmonica in a secondary chain where only the subharmonica has to "be transformed". Introduction to the scheme of the additional selective contours which are adjusted on subharmonica frequency it is possible to improve the mode of division of frequency. The same purpose is carried out by the capacity of C_3 which with nonlinear inductance of an output contour forms; the resonant contour which is adjusted on the frequency of a required subharmonica.

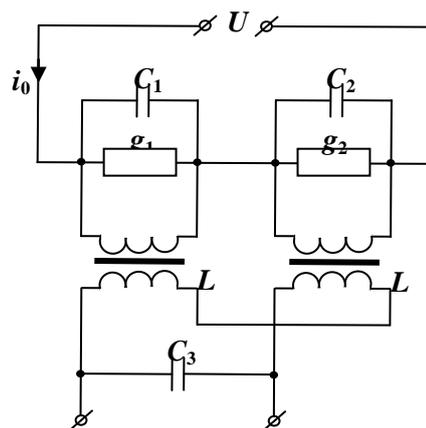


Fig.1. Equivalent circuit converter

For definition of a zone of steady initiation of subharmonic fluctuations in the studied chain we will work out the equations of electric balance:

$$\left. \begin{aligned} i_{L1} + i_{C1} + i_{g1} &= i_{L2} + i_{C2} + i_{g2} = i_0(t), \\ U_1(t) + U_2(t) &= U_0(t). \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

If to accept approximation of communication between current i_L and a stream Ψ in a look $i_L = a\Psi + \epsilon\Psi^3$, instead of the first equation of system (1) it is possible to write down:

$$C_1 \frac{d^2\Psi_1}{dt^2} + g_1 \frac{d\Psi_1}{dt} + a\Psi_1 + \epsilon\Psi_1^3 = C_2 \frac{d^2\Psi_2}{dt^2} + g_2 \frac{d\Psi_2}{dt} + a\Psi_2 + \epsilon\Psi_2^3 = i_0(t) \quad (2)$$

where, Ψ_1 and Ψ_2 - respectively instant values of flux linkage of nonlinear ferromagnetic elements;

g_1 and g_2 - active conductivity of contours, the considering losses in loadings and nonlinear coils (transformers);

C_1 and C_2 - capacities of condensers the ferrezonansnykh of contours.

Considering that in the mode of initiation of autoparametrical fluctuations by the most considerable on amplitudes the main harmonica and the chosen subharmonic component of streams Ψ_1 and Ψ_2 are, the solution of the differential equation of a chain can be set in a look:

$$\left. \begin{aligned} \Psi_1 &= \Psi_{11} \sin(\omega t + \gamma_1) + \Psi_{1/n} \sin(\omega t / n + \theta), \\ \Psi_2 &= \Psi_{21} \sin(\omega t + \gamma_2) + \Psi_{1/n} \sin(\omega t / n + \theta). \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

where, Ψ_{11} and Ψ_{21} - amplitudes of streams of the main harmonica in cores of ferromagnetic elements of the corresponding contours;

$\Psi_{1/n}$ - order n-go subharmonica stream amplitude.

We will consider the mode of initiation of autoparametrical fluctuations at a frequency of the third subharmonica ($n=3$).

Substituting the estimated decision (3) in (2), after the simple transformations executed by method of harmonious balance for the main harmonica and a subharmonica of the third order we will receive:

$$\left(-\beta_1 + \Psi_{11}^2 + 2\Psi_{1/3}^2\right)\Psi_{11} - \frac{1}{3}\Psi_{1/3}^3 \cos(3\theta - \gamma_1) = \left(\beta_2 + \Psi_{21}^2 + 2\Psi_{1/3}^2\right)\Psi_{21} + \frac{1}{3}\Psi_{1/3}^3 \cos(3\theta - \gamma_1) \quad (4)$$

$$\alpha_1 \Psi_{11} - \frac{1}{3}\Psi_{1/3}^3 \sin(3\theta - \gamma_1) = \alpha_2 \Psi_{21} - \frac{1}{3}\Psi_{1/3}^3 \sin(3\theta - \gamma_2) \quad (5)$$

$$\left(-\beta_1' + \Psi_{1/3}^2 - 2\Psi_{11}^2\right)\Psi_{1/3} - \Psi_{11}\Psi_{1/3}^2 \cos(\gamma_1 - 3\theta) = \left(-\beta_2' + \Psi_{1/3}^2 - 2\Psi_{21}^2\right)\Psi_{1/3} - \Psi_{21}\Psi_{1/3}^2 \cos(\gamma_2 - 3\theta) \quad (6)$$

$$\alpha_1' \Psi_{1/3} + \Psi_{11}\Psi_{1/3} \sin(\gamma_1 - 3\theta) = \alpha_2' \Psi_{1/3} + \Psi_{21}\Psi_{1/3} \sin(\gamma_2 - 3\theta) \quad (7)$$

Here,

$$\beta_1 = \frac{4(-C_1\omega^2 + a)}{3\epsilon}; \quad \beta_2 = \frac{4(-C_2\omega^2 + a)}{3\epsilon}; \quad \alpha_1 = \frac{4\omega g_1}{3\epsilon}; \quad \alpha_2 = \frac{4\omega g_2}{3\epsilon}.$$

$$\beta_1' = \frac{4}{3\epsilon} \cdot \left(-\frac{C_1\omega^2}{9} + a\right); \quad \beta_2' = \frac{4}{3\epsilon} \cdot \left(-\frac{C_2\omega^2}{9} + a\right); \quad \alpha_1' = \frac{4\omega g_1}{9\epsilon}; \quad \alpha_2' = \frac{4\omega g_2}{9\epsilon}.$$

The equations (4-7) are the equations of communication of a stream of the main harmonica and subharmonica of the third order and represent quite difficult dependence. For simplification of the analysis we will be limited to research of symmetric chains, i.e. we will accept:

$$\beta_1 = \beta_2 = \beta; \quad \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha; \quad \beta'_1 = \beta'_2 = \beta'; \quad \alpha'_1 = \alpha'_2 = \alpha'$$

then we have:

$$\left. \begin{aligned} 2[-\beta' + \Psi_{1/3}^2 + \Psi_{11}^2 + \Psi_{21}^2] &= \Psi_{1/3} [\Psi_{11} \cos(\gamma_1 - 3\theta) + \Psi_{21} \cos(\gamma_2 - 3\theta)], \\ 2\alpha' &= \Psi_{1/3} [\Psi_{11} \sin(\gamma_1 - 3\theta) + \Psi_{21} \sin(\gamma_2 - 3\theta)] \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Determination of tension of separate contours, the general current and other regime indicators of a chain at the set parameters of a source represents great theoretical and practical interest. Considering that:

$$\Psi_{0m} \cos(\omega t + \gamma_0) = \Psi_{11} \cos(\omega t + \gamma_1) = \Psi_{21} \cos(\omega t + \gamma_2) \quad (9)$$

Here,

$$\Psi_{0m} = \frac{U_{0m}}{\omega}$$

where, U_{0m} - amplitude value of tension of the power supply.
Having done simple transformations, we will receive:

$$\left. \begin{aligned} \Psi_{01}^2 &= \Psi_{11}^2 + \Psi_{21}^2 + 2\Psi_{11}\Psi_{21}\cos(\gamma_1 - \gamma_2), \\ \Psi_{02}^2 &= \Psi_{11}^2 + \Psi_{21}^2 - 2\Psi_{11}\Psi_{21}\cos(\gamma_1 - \gamma_2). \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

It is easy to show also that taking into account (10) equation (8) it is possible to copy in a look:

$$Z_1^2 + Z_2^2 + 4Z + 2Z_1Z_2 + 4Z_1Z + 3Z_2Z - 4\beta'(Z_1 + Z_2) - 8\beta'Z + 4(\alpha'^2 + \beta'^2) = 0 \quad (11)$$

Here,

$$Z_1 = \Psi_{01}^2, \quad Z_2 = \Psi_{02}^2, \quad Z = \Psi_{1/3}^2.$$

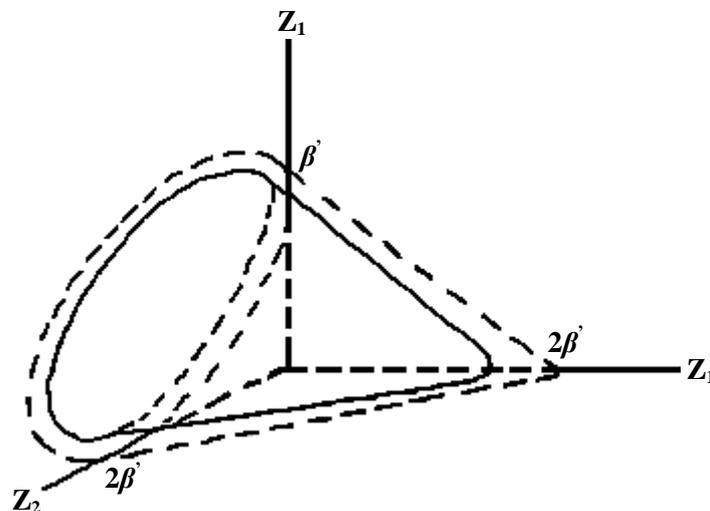


Fig. 2.

The equation (11) represents the equation of a two-way hyperboloid which invariants are equal:

$$\Delta = -(\beta^2 + \alpha^2) < 0, \quad S = 6, \quad T = 20, \quad \delta = 0,25.$$

In space the part of a surface of a two-way hyperboloid describes a possible zone of steady existence of subharmonic fluctuations of the third order (fig. 2). More detailed data contain in [1,3].

REFERENCES

1. A.S.Karimov, G.R.Rakhimov, Autoparametrical transformation of number of phases and frequency of alternating current, T.: Fan. 1975.
2. A.S.Karimov, A.M.Burkhanhodzhayev, M.T.Turdyev, D.Isamukhamedov, Single-phase ferromagnetic divider of frequency. Copyright certificate of the USSR, 678611., 1979 6UN $\text{\textcircled{2}}$ 9.
3. V.N.Ivashev, I.I.Parilis, Fluctuations in nonlinear electric systems, T.: Fan. 1967.
4. A.N.Miles, I.V.Volkov, Systems of invariable current on the basis of inductance-capacitor converters. - Kiev: Naukova thought, 1974, p. 216.
5. T.M.Kadyrov, H.A.Alimov, the Analysis of a double-circuit chain taking into account the highest harmonicas. - Izb. AN UZSSR, STN, 1979, N $\text{\textcircled{3}}$., p.17-22.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ ЩОДО ОЦІНКИ ВТРАТ ВІД ДТП

старший викладач Семенченко О. В.

Україна, Київ, Національний транспортний університет

Abstract. *The questions affecting rapid motorization, which directly affects the ever increasing problem of high accident rate on the roads, especially in the last decade. One important reason for this problem is the inconsistency of the transport infrastructure needs of society and the state in ensuring road safety.*

Keywords: *social and economic costs, economic assessment, increase road safety, level of motorization, system of road safety, forecasting the number of deaths in road accidents by changing the level of motorization.*

Постановка проблеми.

Щорічне зростання автомобільного парку, підвищення інтенсивності дорожнього руху, зростання автомобільних перевезень вантажів і пасажирів за умови погіршення дорожніх умов – всі ці фактори призводять до збільшення кількості ДТП та інших негативних наслідків аварійності на дорогах, таких як зростання постраждалих та загиблих у ДТП. Ризик отримати пошкодження транспортного засобу або вчинити шкоду життю та здоров'ю на дорогах України значно вище, ніж в інших країнах. ДТП є головною загрозою у економічній безпеці в сфері дорожнього руху, що призводить до соціально-економічних втрат суспільства. Так, за приблизними оцінками, соціально-економічні втрати становлять близько 3% валового внутрішнього продукту (ВВП) України кожного року.

Світова практика свідчить про різні підходи до визначення соціально-економічних втрат від ДТП. У таких країнах як США, Англія, Франція, Німеччина, Нідерланди, Угорщина, Туреччина, враховуються такі чинники: втрати продуктивного часу через відволікання зі сфери виробництва загиблих або травмованих у ДТП людей; витрати на надання першої медичної допомоги та лікування; збитки від пошкодження або знищення транспортного засобу; збитки від пошкодження вантажів і дорожніх споруд; витрати на компенсацію збитків, нанесених здоров'ю та майну громадян; страхові виплати, а також збитки, заподіяні власності громадян [1].

В Угорщині збитки визначаються з урахуванням віку постраждалих, місця та часу скоєння ДТП. Така методика була розроблена Інститутом транспортних досліджень (Будапешт) [2]. В Нідерландах при розрахунках втрат від ДТП виходять з усереднених даних по всім постраждалим у віці від 16 до 65 років. При визначенні збитків додатково враховуються: страхова компенсація; витрати, пов'язані з діяльністю страхових компаній та правоохоронних органів; витрати пожежних підрозділів з ліквідації наслідків ДТП тощо.

В Англії додатково враховуються: моральні та фізичні збитки, заподіяні постраждалому в ДТП, його родичам і друзям. Береться до уваги місце скоєння ДТП (категорія дороги), категорія учасників руху, час доби. Відзначається, що в даний час розглядається можливість іншого підходу до оцінки збитків від ДТП. Сутність цього підходу полягає у визначенні суми, яку люди готові заплатити для зниження ризику ДТП [3].

У США додатково враховують витрати на утримання судів, а також витрати на проведення різних урядових програм з безпеки дорожнього руху [4].

У Німеччині додатково до перелічених враховують вартість соціальної (професійної) реабілітації. У розрахунок приймається працездатний вік до 65 років [5].

У Франції додатково беруть до уваги витрати, пов'язані з похоронами загиблих; враховують також моральну шкоду, що наноситься родичам і друзям постраждалих в ДТП [6].

Аналіз показує, що за кордоном у складі втрат від скоєння ДТП враховують моральні збитки (за різними оцінками вони можуть становити до 40%). Включення моральних збитків як ознаки дорожньо-транспортної шкоди є, з правової позиції, обґрунтованим і вимагає статистичного урахування при дослідженні втрат від ДТП. Суспільство несе реальні соціально-економічні втрати, які можуть мати різні зовнішні прояви, зміни в здатності до трудової діяльності, реабілітаційний період, витрати на відновлення здоров'я тощо.

Основна частина.

Економічна оцінка повних втрат суспільства від ДТП, в країнах з високим рівнем автомобілізації, включає 7 статей:

1) Недоотримана продукція – вартість недоотриманої продукції протягом активного періоду життя члена суспільства, яка могла б бути вироблена, але цього не сталося через смерть або втрату його працездатності, а також, вартість недоотриманої продукції протягом періоду тимчасової непрацездатності через лікування та реабілітацію після травмування. Урахування втрат за цією статтею в Україні непередбачене.

2) Витрати на лікування та соціальне забезпечення – стаціонарне та амбулаторне, транспортування травмованих, соціальна допомога по інвалідності. Урахування втрат за цією статтею в Україні передбачене.

3) Адміністративні витрати – витрати, пов'язані з розслідуванням ДТП, оцінкою збитків для виплат страховки, роботою судів. Урахування витрат за цією статтею в Україні також передбачене.

4) Пошкодження майна – втрати і псування вантажів, витрати на ремонт і заміну транспортних засобів та елементів дорожнього облаштування, пошкоджених в результаті ДТП. Урахування витрат за цією статтею в Україні також передбачене.

5) Витрати на реабілітацію – санаторна реабілітація, обладнання для інвалідів, переобладнання житла. Урахування витрат за цією статтею в Україні не передбачене.

6) Утрата благополуччя – втрати, пов'язані з болем і стражданнями потерпілих та їхніх близьких, а також, утрата благополуччя і душевної рівноваги в широкому сенсі (стрес, психологічні травми, депресії, страх, пов'язані з різкою зміною звичного способу життя). Урахування втрат за цією статтею в Україні не передбачене.

7) Інші втрати – втрати, які включають втрати часу інших учасників руху через порушення плавності руху транспортного потоку і затримок руху через скоєння ДТП. Урахування втрат за цією статтею в Україні не передбачене.

Розрахункова величина вартості життя людини в економічно розвинених країнах представлена на рис. 1 [7-11].

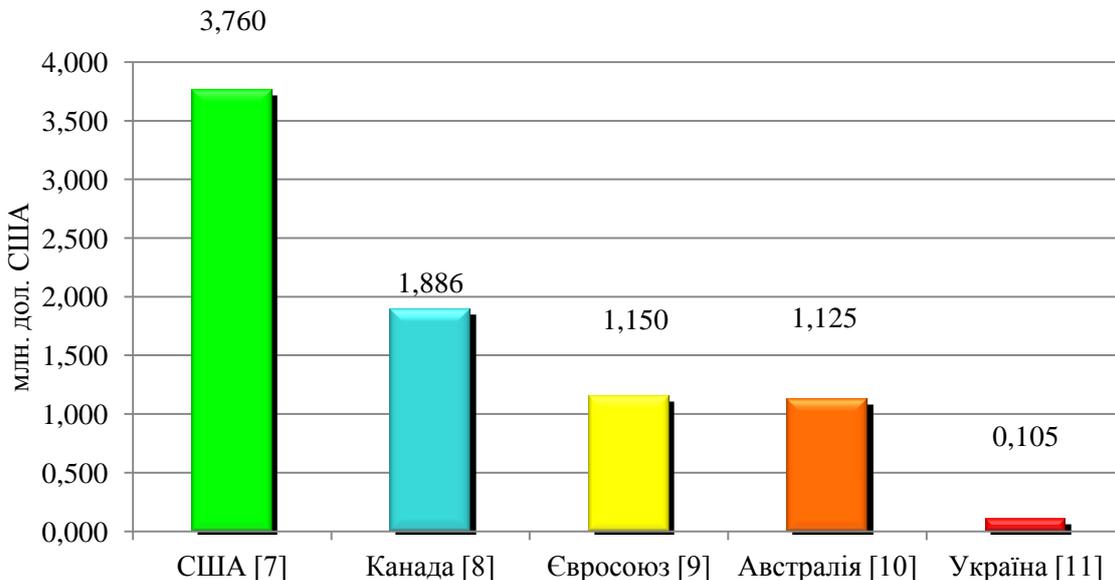


Рис. 1. Розрахункова величина вартості життя людини

Аналіз даних рис.1. доводить, що нормативна величина одного смертельного випадку в Україні від ДТП у 10,95 разів нижче розміру, прийнятого в Європейському союзі, в 18 разів нижче, ніж в Канаді, а також у 35,8 разів – ніж у США. Величина нормативної величини втрат від ДТП в Україні навіть не розраховується, а отже, це питання виходить за рамки здорового глузду порівняно з розвиненими країнами світу.

Висновки.

Національна політика в Україні повинна бути націлена на підвищення безпеки дорожнього руху, при цьому необхідно приймати більш повний перелік статей витрат, у результаті величина втрат суспільства зменшиться, що означає підвищення ефективності

заходів із зниження аварійності на автомобільних дорогах і вулицях населених пунктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аксёнов В.А., Попова Е.П., Дивочкин О.А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения. - М., 1987 - 128 с.
2. European Commission. Directorate-General for Energy and Transport. Memo «Halving the number of road accident victims in the EU by 2010: A shared responsibility», 2001.
3. Guidelines for: The Safety Audit of Highways. The institution of Highways and Transportation, UK, London, 1990.
4. Cole T.B. Global Road Safety Crisis Remedy Sought. The Journal of American Medical Association (JAMA). 2004; 291:2531-2532.
5. Human Factors in Road System Design, Hans-Joachim Vollpracht, Ministry of Transport, Germany, presentation at INTERTRAFFIC, 2002 Asia, Bangkok, Thailand.
6. Asset Traffic Signs, a new approach towards good sign quality, Hiemsath, Jurgen the 14thIRF Road World Congress, Paris, 2001.
7. NSC, Estimating the Costs of Unintentional injuries, 2004, National Safety Council 2005.
8. Mark Anielski, Alberta GPI Accounts: Auto Crashes and Injuries, Pembina Institut, Dec. 2001.
9. ICF Consulting. Cost-Benefit Analysis of Road Safety Improvements, European Union, 2003.
10. Road Crash Cost in Australia, Report 102. Bureau of Transport and Regional Economics, 2000.
11. Методика оцінки та розрахунку нормативів соціально-економічного збитку від ДТП (нормативна величина, приведена до 2013 р. згідно з курсом НБУ – 7,99 грн./ дол.).

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ОДНОПУТНОГО УЧАСТКА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ СТАНЦИИ

¹кандидат технических наук Молгаждаров Амангельды
²Абдикарим Батырхан Саденулы
²Ибраев Бекарлан Муратулы

*Республика Казахстан г. Алматы, Казахская Академия транспорта и коммуникации
¹Заведующий кафедрой Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта
²Магистрант специальность 6М090100 Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта*

Развитие пограничной станции Достык и погранперехода Алтынколь – Хоргос , а также применяемая тарифная политика на перевозки грузов транзитом по территории Республики Казахстан, направленной на привлечение дополнительных объемов транзитных грузов, формирование конкурентоспособных тарифных условий в условиях острой конкуренции с альтернативными маршрутами и видами транспорта и привлечение дополнительных объемов транзитных грузов дает положительные результаты, позволяет формирования единого интегрированного транспортно-логистического сервиса и эффективного освоения грузопотоков в трансконтинентальном направлении.

В настоящее время железнодорожная станция Алматы-1 практически исчерпала свои технологические и технические возможности. Мощность станционных объектов построенные в 1930 годах не соответствуют современным объемам грузовых и пассажирских перевозок. Из-за отсутствия в полосе отвода железнодорожных путей земельных участков и частного строения, нет возможности развивать ст. Алматы-1.

На железнодорожном участке Алматы-1 – Шу в рамках новой экономической политики “Нұрлы жол – Путь в будущее” ведется строительство вторых путей.

Существующие однопутные перегоны с двухпутными вставками между станциями Шу и Алматы-1 ограничивают пропускную способность участков Шу-Отар и Отар-Алматы-1.

В свою очередь участок Шу– Алматы-1, используется при перевозке транзитных грузов Китай – Западная Европа и страны Центральной Азии. Проект строительства вторых путей на участке Алматы-1- Шу направлен на улучшение транспортной инфраструктуры и пропускной способности направления Алматы-1 - Астана.

Реализация проекта крайне необходима для освоения перспективных объемов перевозок грузов и пассажиров, в том числе посредством скоростных поездов, сформированных из вагонов «Тулпар-Тальго», число которых ежегодно растет.

Строительство вторых путей от Алматы-1 до Шу позволит увеличить пропускную способность участка. Время движения поездов сократится более чем в два раза. Проект за счет повышения пропускной способности и снижения сроков доставки грузов и транспортных расходов позволит повысить конкурентно способность и транзитный потенциал Казахстана, а также оптимизировать внутренние перевозки.

Прогнозируемый уровень грузопотока по маршруту Алматы -1 – Шу при эксплуатации двухпутной линии увеличит нагрузку на Алматинский железнодорожный узел. Транзитный вагонопоток при этом увеличится, что отрицательно скажется на пропускную и перерабатывающую способность станции Алматы-1.

К Алматинскому узлу примыкают 3 перегона – Медеу-Алматы-1, Алматы-2-Алматы-1 и Боралдай-Алматы-1, через узел пропускаются пассажирские и грузовые поезда со сменой локомотивов и локомотивных бригад.

Станция Алматы-1 производит техническое обслуживание и перерабатывает и пропускает транзитные поезда, имеет горку малой мощности, формирует и расформирует участковые и сборные поезда. На перронных путях вокзала станции Алматы-1 производится посадка и высадка пассажиров, оборотные пассажирские поезда с северных и западных регионов Казахстана находятся на путях отстоя в нечетном парке.

С укладкой вторых путей на участке Шу-Алматы-1 на 37% от общей протяженности, пропускная способность участка увеличивается на 55%. Чтобы переработать такой объем поездопотока и вагонопотока необходимо произвести реконструкцию и совершенствование технологии ст.Алматы-1 и всего железнодорожного узла Алматы-1. В 2014 г. по сравнению предыдущим годом поездопоток по приему и сдаче по ст.Алматы-1 увеличился на 8 %, этот показатель на ближайшую перспективу по прогнозным данным увеличится более на 30%. По ст.Алматы-1, пропуск транзитных поездов с переработкой составил 13.17 час., без переработки 2.24 часа. С учетом приведенных технических и технологических параметров участка Шу-Алматы-1 потребуется на ст.Алматы-1 увеличить количество приемоотправочных и сортировочных путей. Без применения технического оснащения всего Алматинского узла не представляется освоить растущий транзитный грузопоток в направлении западный Китай - западная Европа.

Одним из перспективных проектов, планируемых на Алматинском отделении ГП АО «НК«Казахстан Темир Жолы» является строительство обводного железнодорожного пути Казыбек Бек – Жетыген, в обход ст. Алматы-1, с протяженностью 75 км.

Данный проект позволит увеличить пропускную способность участков Алматинского отделения дороги в целом, а также освоения дальнейших перспективных объемов перевозок грузов, для пропуска транзитных поездов минуя станцию Алматы-1 и в дальнейшей перспективе, выноса всей сортировочной работы с указанной станции.

Реализация проекта железнодорожной линии в обход железнодорожного узла станции Алматы соответствует «Концепции развития международных транспортных коридоров Республики Казахстан». Включение линии в состав международных транспортных коридоров обеспечит долговременные железнодорожные связи между Китаем и республиками Средней Азии, между Россией и Кыргызстаном, Таджикистаном, а также выходом казахстанских экспортных товаров через станцию Алтынколь в Китай и далее в другие страны мира.

Проект позволяет достичь следующих результатов:

- сокращение расстояния транспортировки грузов на 20 км;
- снижение нагрузки на сортировочную станцию Алматы 1;
- увеличение пропускной способности по путям сообщения Алматинского узла.

Прямые экономические выгоды от реализации проекта:

- создание новых рабочих мест, как в период строительства, так и в период эксплуатации железнодорожной линии;
- увеличение налоговых поступлений в бюджеты всех уровней; экономия времени за счет сокращения расстояния;
- возможность открытия новых железнодорожных маршрутов, включая пригородные поезда.

Косвенные выгоды от реализации проекта:

- возможность увеличения доходов за счет улучшения конкурентоспособности;

- развитие прилегающих районов, включая строительство жилищных комплексов и всей сопутствующей инженерной и социальной инфраструктуры;
- увеличение общей мобильности в прилегающих районах;
- активизация экономического развития;
- мультипликативный эффект от реализации данного проекта, который заключается в развитии прочих секторов экономики, в том числе малого и среднего бизнеса;
- увеличение совокупного спроса за счет роста доходов населения, что повлечет развитие вспомогательных отраслей по производству потребительской продукции, товаров длительного пользования.

Строительство железнодорожной линии окажет положительное влияние на развитие региона в целом, будет способствовать снижению безработицы, повышению занятости местного населения, повысит эффективность экспортно-импортных и транзитных перевозок, ускорит интеграцию железнодорожных сетей Казахстана в мировую транспортную систему, а также сделает более доступным огромный рынок стран Азиатско-Тихоокеанского региона для казахстанских производителей. Железнодорожный транспорт окажет важное положительное воздействие на демографическую ситуацию. Строительство железнодорожного участка, ее эксплуатация и развитие региона будет способствовать притоку квалифицированных рабочих и служащих.

Эксплуатация новой железнодорожной линии в обход Алматинского железнодорожного узла обеспечит высокий уровень обслуживания грузов и пассажиров. Таким образом, можно сделать вывод, что реализация данного инвестиционного проекта выгодна как государству, так и обществу в целом.

WORLD SCIENCE

№ 1(17), Vol.1, January 2017

MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC EDITION

Passed for printing 25.01.2017. Appearance 31.01.2017.

Typeface Times New Roman.

Circulation 300 copies.

Publishing office ROStranse Trade F Z C company - Ajman - United Arab Emirates 2017.